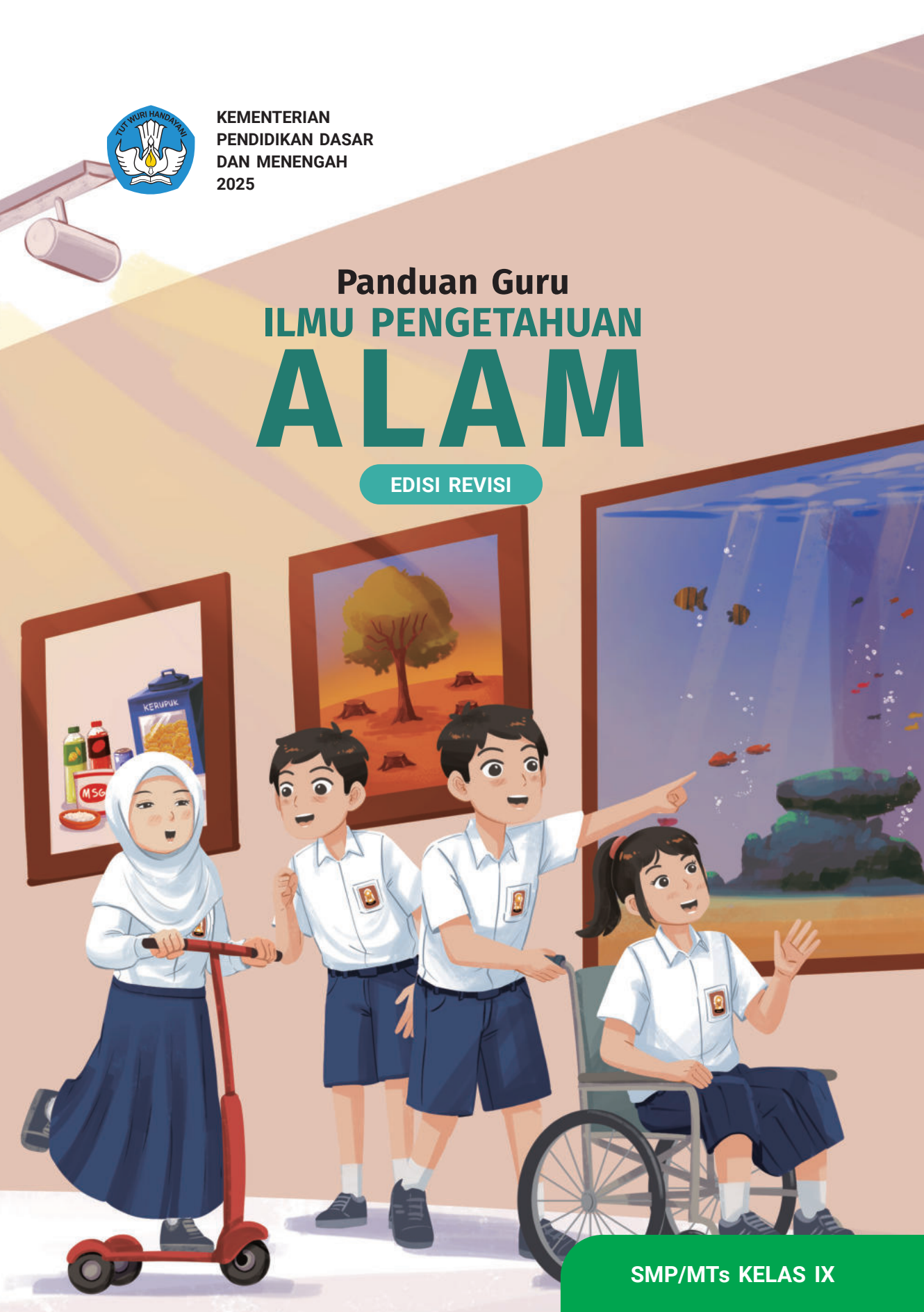
KEMENTERIAN
PENDIDIKAN DASAR
DAN MENENGAH
2025

Panduan Guru
ILMU PENGETAHUAN ALAM

EDISI REVISI



SMP/MTs KELAS IX

KEMENTERIAN
PENDIDIKAN DASAR
DAN MENENGAH
2025

Panduan Guru
ILMU PENGETAHUAN ALAM

EDISI REVISI

Budiyanti Dwi Hardanie
Cece Sutia
Victoriani Inabuy
Sri Handayani Lestari
Okky Fajar Tri Maryana

SMP/MTs KELAS IX

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemendikdasmen.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Panduan Guru
Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis
Budiyanti Dwi Hardanie
Cece Sutia
Victoriani Inabuy
Sri Handayani Lestari
Okky Fajar Tri Maryana

Penelaah
Anna Permanasari
Wahyu Srigutomo
Ade Suryanda

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Maharani Prananingrum
Eko Budiono
Frandy Yuanda

Kontributor
Kharisma Prawesti Sri Utami
Kintan Novia

Ilustrator
Aghni Ghofarun Auliya

Editor
Anggraeni Dian Permatasari

Editor Visual
M Rizal Abdi

Desainer
Marna Sumarna

Penerbit
Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah

Dikeluarkan oleh
Pusat Perbukuan
Komplek Kemendikdasmen Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
https://buku.kemendikdasmen.go.id

Edisi Revisi, 2025
ISBN 978-623-118-452-8 (no.jil.lengkap PDF)
ISBN 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10 pt, SIL Open Font License. xvi, 264 hlm.: 17,6 X 25 cm

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Sebagai sumber belajar utama dalam pembelajaran, buku senantiasa menyesuaikan diri dengan arah kebijakan pendidikan dan perkembangan kurikulum dari waktu ke waktu.

Sejalan dengan dinamika tersebut, pemerintah melakukan penyesuaian terhadap buku teks utama agar tetap relevan dan mendukung proses pembelajaran yang bermutu. Buku teks utama yang terdiri atas buku siswa dan panduan guru, disiapkan sebagai sumber belajar utama bagi peserta didik dan menjadi salah satu referensi atau inspirasi bagi guru dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Keberadaan buku teks utama ini diharapkan, dapat membentuk generasi yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; berpengetahuan luas; mandiri; kritis; kreatif; mampu bekerja sama; serta berdaya saing di tingkat nasional maupun global.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkolaborasi dalam upaya menghadirkan buku teks utama ini. Semoga buku teks utama ini dapat menjadi tonggak perubahan yang menginspirasi, membimbing, dan mengangkat kualitas pendidikan kita ke puncak keunggulan.

Jakarta, Oktober 2025
Kepala Pusat Perbukuan,

Supriyatno, S.Pd., M.A.

Prakata

Selamat datang, para guru dalam buku panduan guru ini. Buku ini disusun khusus untuk mendukung perjalanan mengajar para guru dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), dengan harapan dapat memberikan pedoman yang lebih terperinci dan komprehensif. Tujuan utama dari penulisan buku ini adalah menyajikan sumber daya yang memadai dan mendalam bagi para guru IPA. Buku ini dirancang untuk memberikan panduan yang jelas, praktis, dan mendukung dalam penyampaian materi pembelajaran sains kepada peserta didik. Buku ini ditujukan khusus untuk para guru IPA yang mengajar di tingkat Sekolah Menengah Pertama Kelas IX. Penulis berharap, para guru dapat menggunakan buku ini sebagai alat bantu yang efektif dalam merancang dan menyampaikan pembelajaran yang menginspirasi serta meningkatkan pemahaman konsep sains peserta didik.

Buku ini disusun secara sistematis berdasarkan kurikulum nasional sesuai Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/KR/2025 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah. Buku ini mencakup panduan umum yang di dalamnya terdapat penjelasan mengenai pendekatan pembelajaran mendalam, capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, kerangka pembelajaran, prinsip pembelajaran, asesmen dan tindak lanjutnya, serta penjelasan tentang komponen Buku Siswa. Di dalam penjelasan komponen Buku Siswa juga dijabarkan bagian-bagian dari Buku Siswa serta esensi per komponennya. Masuk ke dalam panduan khusus, guru diberikan penjelasan mengenai materi yang dipelajari, dilengkapi dengan peta konsep serta alokasi pembelajaran di bagian pendahuluan. Panduan khusus juga berisi konsep dan keterampilan prasyarat, materi kunci di dalam penyajian materi esensial, kerangka pembelajaran, apersepsi, sampai dengan sumber belajar utama. Guru dapat menemukan sumber-sumber pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar peserta didik.

Buku ini menggunakan pendekatan yang praktis sehingga dapat diterapkan dalam lingkungan kelas. Dengan pendekatan yang kreatif dan inovatif serta dilengkapi sumber-sumber yang mendukung, kami berharap dapat membantu guru untuk memberikan pengalaman belajar yang menarik dan berkesan bagi peserta didik. Kami juga berharap dapat memberikan kontribusi yang positif dalam lingkup dunia pendidikan, terutama pendidikan menengah pertama. Semoga buku ini dapat menjadi panduan dalam proses pembelajaran, menginspirasi, dan meningkatkan minat peserta didik dalam belajar sains.

Jakarta, Oktober 2025

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar iii

Prakata iv

Daftar Isi v

Daftar Gambar ix

Daftar Tabel xi

Panduan Penggunaan Buku xiv

Panduan Umum 1

A. Pendahuluan 2

B. Capaian Pembelajaran 4

C. Kerangka Pembelajaran 13

D. Prinsip Pembelajaran 14

D. Asesmen 19

Panduan Khusus Bab 1

Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia 31

A. Pendahuluan 32

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 34

C. Kerangka Pembelajaran 35

D. Apersepsi 37

E. Formatif Awal 39

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 41

G. Sumatif 69

H. Kunci Jawaban 70

I. Tindak Lanjut 74

J. Refleksi 75

K. Sumber Belajar 76

Panduan Khusus Bab 2

Zat Aditif dan Zat Adiktif 77

A. Pendahuluan 78
B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 81
C. Kerangka Pembelajaran 81
D. Apersepsi 83
E. Formatif Awal 84
F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 86
G. Sumatif 96
H. Kunci Jawaban 99
I. Tindak Lanjut 105
J. Refleksi 105
K. Sumber Belajar 108

Panduan Khusus Bab 3

Sistem Reproduksi Manusia 111

A. Pendahuluan 112
B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 114
C. Kerangka Pembelajaran 115
D. Apersepsi 116
E. Formatif Awal 118
F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 120
G. Sumatif 127
H. Kunci Jawaban 132
I. Tindak Lanjut 137
J. Refleksi 138
K. Sumber Belajar 140

Panduan Khusus Bab 4

Pewarisan Sifat dan Bioteknologi 141

A. Pendahuluan 142
B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 144
C. Kerangka Pembelajaran 145
D. Apersepsi 146
E. Formatif Awal 148
F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 151
G. Sumatif 161
H. Kunci Jawaban 163
I. Tindak Lanjut 169
J. Refleksi 170
K. Sumber Belajar 172

Panduan Khusus Bab 5

Listrik, Magnet, dan Energi Alternatif 173

A. Pendahuluan 174
B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 177
C. Kerangka Pembelajaran 178
D. Apersepsi 179
E. Formatif Awal 181
F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 182
G. Sumatif 197
H. Kunci Jawaban 201
I. Tindak Lanjut 207
J. Refleksi 208
K. Sumber Belajar 210

Panduan Khusus Bab 6

Isu-Isu Lingkungan 211

A. Pendahuluan 212

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 215

C. Kerangka Pembelajaran 216

D. Apersepsi 216

E. Formatif Awal 219

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa 220

G. Sumatif 233

H. Kunci Jawaban 234

I. Tindak Lanjut 237

J. Refleksi 237

K. Sumber Belajar 239

Glosarium 241

Daftar Pustaka 248

Indeks 251

Profil Pelaku Perbukuan 253

Daftar Gambar

Gambar 1 Empat Kerangka Pembelajaran 3

Gambar 2 Contoh ATP IPA Fase D 10

Gambar 3 Contoh ATP IPA Kelas VII (144 Jam Pelajaran) 10

Gambar 4 Contoh ATP IPA Kelas VIII (144 Jam Pel ajaran) 11

Gambar 5 Contoh ATP IPA Kelas IX (128 Jam Pelajaran) 11

Gambar 6 Contoh ATP Alternatif IPA Kelas IX 12

Gambar 1.1 Peta Konsep Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia 34

Gambar 1.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 1 pada Buku Siswa 37

Gambar 1.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 1 pada Buku Siswa 39

Gambar 1.4 Tangkapan Layar Refleksi Akhir Bab 1 pada Buku Siswa 75

Gambar 2.1 Peta Konsep Bab Zat Aditif dan Zat Adiktif 80

Gambar 2.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 2 pada Buku Siswa 83

Gambar 2.3 Tangkapan Layar Aktivitas 2.1 Bab 2 pada Buku Siswa 84

Gambar 2.4 Tangkapan Layar Ayo Uji Kemampuan Subbab A Bab 2 pada Buku Siswa 95

Gambar 2.5 Tangkapan Layar Projek Akhir Bab 2 pada Buku Siswa 97

Gambar 2.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Subbab A pada Bab 2 ... 106

Gambar 2.5 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 2 106

Gambar 3.1 Peta Konsep Bab Sistem Reproduksi Manusia 114

Gambar 3.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 3 pada Buku Siswa 116

Gambar 3.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 3 pada Buku Siswa 118

Gambar 3.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi pada Projek Akhir Bab 3 138

Gambar 3.5 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 3 138

Gambar 4.1 Peta konsep Bab Pewarisan Sifat dan Bioteknologi 143

Gambar 4.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 4 pada Buku Siswa 147

Gambar 4.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 4 pada Buku Siswa 149

Gambar 4.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 4 170

Gambar 5.1 Peta Konsep Bab Listrik, Magnet, dan Sumber Energi Alternatif 176

Gambar 6.1 Peta Konsep Bab Isu-Isu Lingkungan 214

Gambar 6.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 6 pada Buku Siswa 217

Gambar 6.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 6 pada Buku Siswa 219

Gambar 6.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi 238

Daftar Tabel

Tabel 1 Distribusi Dimensi Profil Lulusan dalam Tiap Bab 4

Tabel 2 Penilaian Diri 20

Tabel 3 Penilaian Antarteman 21

Tabel 4 Kriteria Penilaian Jurnal 22

Tabel 5 Refleksi Peserta Didik 22

Tabel 6 Rubrik Penilaian Rancangan Percobaan 23

Tabel 7 Perbedaan Asesmen Formatif dan Sumatif 26

Tabel 1.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A 41

Tabel 1.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B 51

Tabel 1.3 Rubrik Penilaian Kegiatan: Mengamati Gerak Refleks dan Gerak Sadar 57

Tabel 1.4 Rubrik Penilaian Percobaan: Mengukur Kecepatan Respons 58

Tabel 1.5 Rubrik Penilaian: Pemodelan Mekanisme Penghantaran Impuls Saraf 59

Tabel 1.6 Rubrik Penilaian: Uji Stroop (Konflik Persepsi) 60

Tabel 1.7 Rubrik Penilaian: Menentukan Arah Sumber Bunyi 61

Tabel 1.8 Rubrik Penilaian: Mengenali Aroma dan Peran Otak 62

Tabel 1.9 Rubrik Penilaian: Percobaan Pencicipan Rasa 63

Tabel 1.10 Rubrik Penilaian: Uji Sensasi Kulit 64

Tabel 1.11 Rubrik Penilaian: Analisis Kasus Gangguan Hormon 65

Tabel 1.12 Rubrik Penilaian: Refleksi Sistem Saraf, Hormon, dan Indra . 66

Tabel 1.13 Rubrik Penilaian: Contoh Nyata Homeostasis 67

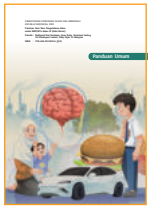
Tabel 1.14 Rubrik Penilaian: Integrasi Sistem Koordinasi dan Homeostasis 68

Tabel 1.10 Deskripsi Penilaian (Rubrik Skor) Asesmen Sumatif 70

Tabel 2.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A 86
Tabel 2.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B 89
Tabel 2.3 Kriteria dan Rubrik Penilaian Aktivitas 2.2 93
Tabel 2.4 Rubrik Penilaian Ayo Uji Kemampuan Subbab A 95
Tabel 2.5 Rubrik Penilaian untuk Projek Akhir Bab 2 97
Tabel 3.1 Tabel T-I-S 118
Tabel 3.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C 120
Tabel 3.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab D 122
Tabel 3.4 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.1 125
Tabel 3.5 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.2 126
Tabel 3.6 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.3 127
Tabel 3.7 Rubrik untuk Projek Akhir Bab 3 128
Tabel 4.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A 151
Tabel 4.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B 153
Tabel 4.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C 155
Tabel 5.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A 183
Tabel 5.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B 186
Tabel 5.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C 187
Tabel 5.4 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.2 192
Tabel 5.5 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.3 192
Tabel 5.6 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.4 193
Tabel 5.7 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.5 195
Tabel 5.8 Skala Interval Nilai Projek Akhir Bab 5 198
Tabel 5.9 Kriteria Penilaian Soal Nomor 1 Uji Kompetensi Bab 5 199
Tabel 5.10 Interpretasi Nilai Uji Kompetensi 200
Tabel 6.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A 220
Tabel 6.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B 222

Tabel 6.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C 224
Tabel 6.4 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab D..... 225
Tabel 6.5 Tabel Penilaian Aktivitas 6.2 dengan Rubrik..... 228
Tabel 6.6 Tabel Penilaian Aktivitas 6.3 dengan Rubrik 229
Tabel 6.7 Tabel Penilaian Aktivitas 6.4 dengan Deskripsi Kriteria..... 229
Tabel 6.8 Tabel Penilaian Aktivitas 6.5 dengan Rubrik Analitis..... 230
Tabel 6.9 Tabel Penilaian Aktivitas 6.6 dengan Skala Interval Nilai 230
Tabel 6.10 Tabel Penilaian Aktivitas 6.7 dengan Rubrik Analitis..... 231
Tabel 6.11 Tabel Penilaian Aktivitas 6.8 dengan Ceklis dan Skor Persentase 232

Panduan Penggunaan Buku



Panduan Umum

Bagian ini berisi pendahuluan, di dalamnya berisikan gambaran mengenai metode atau strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, sehingga dalam proses pembelajaran dapat mencapai 8 dimensi profil lulusan. Di dalam bagian ini juga terdapat elemen dan deskripsi mata pelajaran IPA, yaitu pelajaran yang menyeimbangkan pemahaman konsep, fakta, dan teori, serta keterampilan proses. Di bagian ini juga terdapat penjelasan mengenai capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, strategi pembelajaran dan asesmen, serta penjelasan tentang komponen Buku Siswa.

Pendahuluan

Bagian ini menjelaskan tentang materi yang akan dibahas dan dipelajari oleh peserta didik, dilengkapi dengan peta konsep yang memudahkan peserta didik memahami apa saja yang akan dipelajari. Terdapat juga alokasi pembelajaran, yang membantu guru untuk mempersiapkan rancangan pengajaran.

Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Bagian ini merupakan ketentuan bahwa peserta didik sudah memahami konsep atau pengetahuan dari materi yang pernah dipelajari sebelumnya.

Kerangka Pembelajaran

Bagian ini berisi 4 kerangka yang perlu disiapkan pendidik sebelum proses pembelajaran, yaitu praktik pedagogis, kemitraan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pemanfaatan digital.

Apersepsi

Bagian ini bertujuan memahami kondisi dan kesiapan peserta didik serta guru dalam memperoleh informasi dan ketertarikan peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari.

Formatif Awal

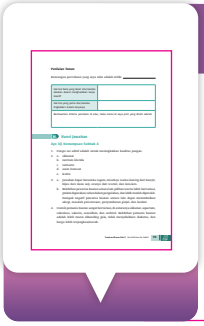
Bagian ini berisi pertanyaan untuk mengidentifikasi konsep awal yang dimiliki peserta didik maupun miskonsepsi yang ada, sehingga dapat diklarifikasi pada saat pembelajaran nantinya.

Panduan Pembelajaran Buku Siswa

Bagian ini berisi pengalaman belajar, pembelajaran berdiferensiasi dan alternatif aktivitas apabila kegiatan utama tidak dapat dilakukan, miskonsepsi/materi sensitif terkait bab yang sedang dibahas, keamanan dan keselamatan kerja, serta asesmen formatif beserta instrumennya.

Asesmen Sumatif

Bagian ini terdiri atas serangkaian kegiatan yang dapat dilakukan guru untuk mengukur ketercapaian pembelajaran.

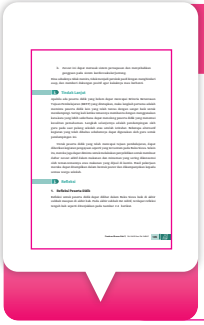


Kunci Jawaban

Bagian ini merupakan jawaban-jawaban dari pertanyaan asesmen/ penilaian, baik formatif maupun sumatif yang terdapat di Buku Siswa.

Tindak Lanjut

Bagian ini berisi kegiatan yang dapat dilakukan oleh guru atau peserta didik berdasarkan hasil asesmen formatif untuk memperbaiki proses pembelajaran. Diharapkan dengan adanya alternatif tindak lanjut yang disediakan dapat memberikan inspirasi bagi guru untuk memperbaiki proses pembelajarannya.



Refleksi

Di bagian ini, tidak hanya peserta didik yang melakukan refleksi, tetapi guru juga berefleksi mengenai materi yang telah diajarkan. Berdasarkan hasil refleksi ini, guru dapat menyusun strategi untuk pembelajaran berikutnya.

Sumber Belajar

Mengacu pada Buku Siswa, bagian ini berisi sumber-sumber yang mendukung proses pembelajaran. Sumber belajar tidak hanya terbatas pada buku, tetap juga bisa berupa video, jurnal, artikel, dan lain-lain.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Umum

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang dan Tujuan Panduan

Buku Panduan Guru ini disusun sebagai pendamping dari Buku Siswa IPA Kelas IX. Tujuannya adalah membantu guru memahami pendekatan pembelajaran yang digunakan, menafsirkan Capaian Pembelajaran (CP), menyusun aktivitas pembelajaran yang bermakna dan kontekstual, serta menyelenggarakan asesmen secara autentik dan beragam. Panduan ini memfasilitasi guru untuk menjadi fasilitator pembelajaran yang memberdayakan, mendorong rasa ingin tahu, dan membentuk kepedulian peserta didik terhadap isu-isu nyata di sekitar mereka. Setiap bagian dalam Panduan Guru ini merupakan alternatif dan salah satu sumber referensi bagi guru. Dalam proses pembelajaran, sangat dianjurkan bagi guru untuk selalu menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik. Proses pembelajaran yang disajikan bertujuan untuk mencapai 8 dimensi profil lulusan. Oleh karena itu, dalam Buku Siswa yang disusun, setiap aktivitasnya diharapkan dapat mendukung dimensi profil lulusan yang telah ditetapkan.

Buku ini menggunakan pendekatan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*), yang berfokus pada pengalaman belajar berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Topik-topik yang dipilih menekankan pada keterhubungan antara konsep sains dan kehidupan nyata, serta menstimulasi aksi nyata dari peserta didik untuk berkontribusi dalam menjaga bumi dan kehidupan di masa depan.

2. Pengantar Pembelajaran Mendalam

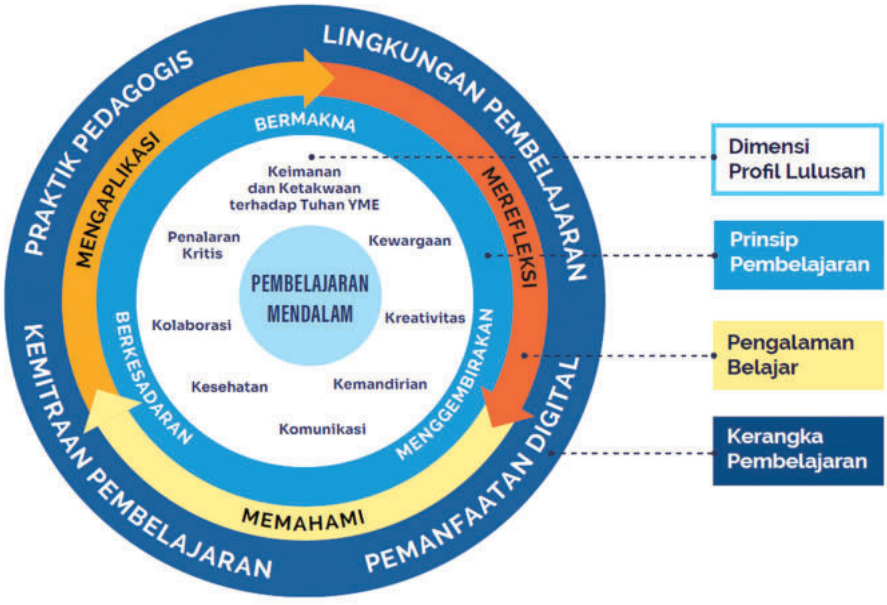
Pembelajaran mendalam (PM) merupakan pendekatan pembelajaran yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga secara holistik dan terpadu. Pembelajaran mendalam telah diterapkan di beberapa negara, baik secara eksplisit dan implisit sebagai prinsip kurikulum dan pendekatan pembelajaran.

Pembelajaran Mendalam, dalam konteks penerapannya di Indonesia, bukan merupakan kurikulum melainkan suatu pendekatan pembelajaran. Pembelajaran mendalam diharapkan dapat menjadi salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan proses dan mutu pembelajaran.

Kerangka kerja Pembelajaran Mendalam terdiri atas empat komponen, yaitu (1) dimensi profil lulusan, (2) prinsip pembelajaran, (3) pengalaman belajar, dan (4) kerangka pembelajaran. Pembelajaran Mendalam difokuskan pada pencapaian delapan dimensi profil lulusan yang merupakan kompetensi utuh yang harus dimiliki oleh setiap peserta didik setelah menyelesaikan proses pembelajaran dan pendidikan. Profil lulusan tersebut yaitu: (1) keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan YME, (2) kewargaan, (3) penalaran kritis, (4) kreativitas, (5) kolaborasi, (6) kemandirian, (7) kesehatan, dan (8) komunikasi. Delapan profil lulusan ini tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga pengembangan karakter dan keterampilan yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Profil lulusan peserta didik Indonesia dapat diwujudkan melalui prinsip pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Prinsip tersebut direalisasikan melalui pengalaman belajar peserta didik yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Penerapan pendekatan PM didukung dengan praktik pedagogis progresif oleh guru, lingkungan belajar yang memberikan keamanan dan kenyamanan kepada peserta didik, pemanfaatan digitalisasi, serta adanya kemitraan pembelajaran yang optimal.

Gambar 1 Empat Kerangka Pembelajaran



Sumber: Suyanto dkk./Kemendikdasmen (2025)

Fokus Pembelajaran Mendalam di jenjang SMP/MTs/sederajat adalah memperkuat pemahaman konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berkomunikasi. Pendekatan Pembelajaran Mendalam memanfaatkan perkembangan ini dengan mendorong peserta didik untuk tidak hanya menghafal fakta, tetapi juga memahami hubungan antarkonsep dan penerapannya dalam kehidupan. Implementasi Pembelajaran Mendalam di jenjang SMP/MTs/sederajat difokuskan pada perkembangan minat akademik, keterampilan sosial, dan bakat, serta kemandirian peserta didik. Dalam rangka penerapan Pembelajaran Mendalam, buku ini diharapkan dapat menginspirasi para guru untuk menyusun perencanaan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik satuan pendidikan.

3. Dimensi Profil Lulusan

Buku ini dirancang agar peserta didik dapat menumbuhkan delapan dimensi profil lulusan. Setiap bab menyajikan aktivitas yang mendorong perkembangan satu atau lebih dimensi berikut.

Tabel 1 Distribusi Dimensi Profil Lulusan dalam Tiap Bab

Bab	Dimensi Profil Lulusan yang Dikembangkan
Bab 1	Penalaran Kritis, Kreativitas, Kemandirian, Kesehatan, dan Komunikasi
Bab 2	Kesehatan, Kreativitas, dan Komunikasi
Bab 3	Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan yang Maha Esa, Penalaran Kritis, Kreativitas, Kolaborasi, Komunikasi, dan Kesehatan
Bab 4	Penalaran Kritis, Kreativitas, Kolaborasi, Kemandirian, Komunikasi, dan Kesehatan
Bab 5	Penalaran Kritis, Kreativitas, Kemandirian
Bab 6	Penalaran Kritis, Kreativitas, Komunikasi

B. Capaian Pembelajaran

1. Karakteristik Mata Pelajaran IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada Fase D diajarkan secara terpadu. Pendekatan pembelajaran IPA secara terpadu merupakan pilihan pedagogis yang mendasar. Hal ini dilandasi oleh hakikat bahwa fenomena alam dan

permasalahan dalam kehidupan nyata bersifat kompleks dan saling terkait, tidak dapat dipisahkan secara kaku ke dalam kotak-kotak disiplin ilmu Fisika, Kimia, atau Biologi saja. Sebagai contoh, untuk memahami isu perubahan iklim, peserta didik perlu menghubungkan konsep fisika tentang kalor, konsep kimia tentang gas rumah kaca, dan konsep biologi tentang ekosistem. Dengan demikian, pembelajaran terpadu mendorong murid untuk membangun pemahaman yang holistik dan bermakna, serta melatih kemampuan mereka untuk berpikir kritis dan solutif dalam menghadapi tantangan dunia nyata yang autentik.

2. Capaian Pembelajaran Fase D

Pada akhir Fase D, peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut.

a. Pemahaman IPA

Menelaah hasil identifikasi makhluk hidup sesuai dengan karakteristiknya; menganalisis klasifikasi, sifat, dan perubahan materi; menganalisis sistem organisasi kehidupan, fungsi, serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ; menganalisis interaksi antarmakhluk hidup dan lingkungannya dalam merancang upaya-upaya untuk mencegah dan mengatasi perubahan iklim; menganalisis pewarisan sifat; membuat bioteknologi konvensional di lingkungan sekitarnya; menerapkan pengukuran terhadap aspek fisis dalam kehidupan sehari-hari; menganalisis ragam gerak, gaya, dan tekanan; menganalisis hubungan usaha dan energi; menganalisis pengaruh kalor dan perpindahannya terhadap perubahan suhu; menganalisis gelombang dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; menganalisis gejala kemagnetan dan kelistrikan untuk menyelesaikan tantangan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari termasuk pemanfaatan sumber energi listrik ramah lingkungan; menganalisis posisi relatif bumi-bulan-matahari dalam sistem tata surya untuk menjelaskan fenomena alam dan perubahan iklim; serta mengevaluasi keputusan yang tepat untuk menghindari zat aditif dan adiktif yang membahayakan dirinya dan lingkungan.

b. Keterampilan Proses

Pesera didik mampu menerapkan keterampilan proses yang meliputi aspek-aspek berikut ini.

- Mengamati
  Peserta didik melakukan pengamatan terhadap fenomena dan peristiwa di sekitarnya dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan karakteristik objek yang diamati.
- Mempertanyakan dan Memprediksi
  Peserta didik mengidentifikasi pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah dan membuat prediksinya.
- Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan
  Peserta didik merencanakan dan melakukan langkah-langkah operasional untuk menjawab pertanyaan; murid menggunakan alat bantu pengukuran untuk mendapatkan data yang akurat dan memahami adanya potensi kekeliruan dalam penyelidikan.
- Memproses, Menganalisis Data dan Informasi
  Peserta didik mengolah data dalam bentuk tabel, grafik, dan model serta menjelaskan hasil pengamatan dan pola atau hubungan pada data; peserta didik mengumpulkan data dari penyelidikan yang dilakukannya, serta menggunakan pemahaman sains untuk mengidentifikasi hubungan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti.
- Mengevaluasi dan Refleksi
  Peserta didik mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan, serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data.
- Mengomunikasikan Hasil
  Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh yang ditunjang dengan argumen dan bahasa yang sesuai konteks penyelidikan.

3. Tujuan Pembelajaran

Pemerintah menetapkan Capaian Pembelajaran (CP) sebagai kompetensi yang harus dicapai. Rumusan Capaian Pembelajaran yang masih umum perlu dianalisis untuk menyusun tujuan pembelajaran dan alurnya.

Alur tujuan pembelajaran dan/atau perencanaan pembelajaran dapat dikembangkan oleh guru sesuai kemampuannya dengan beberapa cara berikut ini.

a. Mengembangkan sepenuhnya alur tujuan pembelajaran dan/atau perencanaan pembelajaran secara mandiri;
b. Mengembangkan alur tujuan pembelajaran dan/atau rencana pembelajaran berdasarkan contoh-contoh yang disediakan pemerintah; atau
c. Menggunakan contoh yang disediakan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik.

Setelah memahami CP, guru mulai mendapatkan ide-ide tentang apa yang harus dipelajari peserta didik dalam satu fase. Pada tahap ini, guru mengembangkan tujuan pembelajaran dan kemudian mengurutkannya menjadi alur tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran mencakup kompetensi dan konten pada lingkup materi dengan menggunakan kata kerja operasional yang relevan.

Penulisan tujuan pembelajaran sebaiknya memuat 2 komponen berikut ini.

a. Kompetensi yaitu kesatuan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang menunjukkan kemampuan peserta didik sebagai hasil dari proses pembelajaran.
b. Lingkup materi yaitu konten dan konsep utama yang perlu dipahami pada akhir satu unit pembelajaran. Lingkup materi berfokus pada materi esensial yang mengacu pada konsep inti dan informasi yang dianggap penting bagi peserta didik untuk dipelajari.

Guru dapat memilih beberapa alternatif untuk merumuskan tujuan pembelajaran sesuai karakteristik setiap mata pelajaran seperti di bawah ini.

c. Alternatif 1: Merumuskan tujuan pembelajaran secara langsung berdasarkan CP.
d. Alternatif 2: Merumuskan tujuan pembelajaran dengan menganalisis ‘kompetensi’ dan ‘konten’ pada ruang lingkup materi pada CP.
e. Alternatif 3: Merumuskan tujuan pembelajaran Lintas Elemen CP.

Contoh-contoh menurunkan tujuan pembelajaran dari CP dapat dipelajari dalam Panduan Pembelajaran dan Asesmen yang disusun oleh Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia.

Setelah mempelajari rumusan CP dari Salinan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/KR/2025, penulis merancang tujuan pembelajaran di Fase D sebagai berikut.

a. Peserta didik dapat mengidentifikasi karakteristik makhluk hidup dan mengelompokkan berdasarkan karakteristik melalui penyelidikan sederhana.
b. Peserta didik mampu mengidentifikasi dan menyelidiki sifat dan karakteristik zat serta perubahan fisik dan kimia melalui percobaan, pemodelan dan diskusi, kemudian menyelesaikan masalah yang ditemui di sekitarnya melalui perancangan projek terkait pemisahan campuran.
c. Peserta didik mampu mengevaluasi keterkaitan antara sistem organ dalam makhluk hidup serta aktivitas yang dilakukan dan dampaknya bagi kesehatan, untuk membangun kesadaran hidup sehat.
d. Peserta didik dapat membangun kesadaran hidup sehat melalui evaluasi terhadap kasus-kasus yang berhubungan dengan sistem organ makhluk hidup (sistem koordinasi dan homeostasis).
e. Peserta didik memiliki kesadaran hidup sehat melalui evaluasi kasus sistem reproduksi makhluk hidup.
f. Peserta didik mampu mengidentifikasi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya serta upaya-upaya mencegah pencemaran lingkungan dan mengatasi dampak dari perubahan iklim.
g. Peserta didik dapat merencanakan dan melakukan aksi nyata untuk menjaga kehidupan melalui kegiatan melestarikan lingkungan, menjaga kesehatan lingkungan, mengatasi dampak dari perubahan iklim, mengatasi krisis energi dan meningkatkan ketersediaan pangan.
h. Peserta didik mampu menerapkan konsep pewarisan sifat dalam projek bioteknologi konvensional untuk meningkatkan ketahanan pangan di daerah tempat tinggal.
i. Peserta didik mampu membuat rancangan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan dengan metode ilmiah melalui kegiatan penyelidikan sederhana.
j. Peserta didik dapat menjelaskan ragam gerak dan gaya yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari melalui pengamatan dan penyelidikan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.

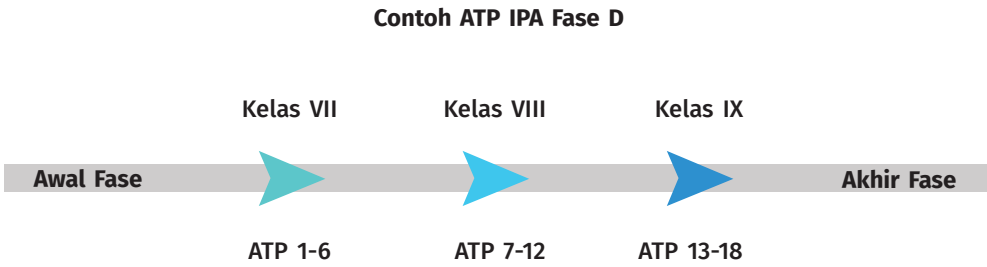
k. Peserta didik dapat menganalisis berbagai fenomena dalam kehidupan yang berkaitan dengan penerapan konsep tekanan melalui pembuatan miniatur kapal selam setelah memperoleh pemahaman mengenai konsep tekanan pada zat padat, cair, dan gas.
l. Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara konsep usaha dan energi serta mendalami pemanfaatan pesawat sederhana dalam kehidupan melalui keterkaitannya dengan konsep usaha dan energi.
m. Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh kalor dan perpindahannya terhadap perubahan suhu melalui kegiatan merencanakan dan melakukan penyelidikan.
n. Peserta didik mampu mengaplikasikan konsep gelombang serta memaparkan pemanfaatan gelombang cahaya dalam alat optik melalui pemahaman konsep getaran sebagai dasar dan fenomena gelombang pada kehidupan sehari-hari serta menerapkannya dalam teknologi, termasuk gelombang cahaya pada interaksinya dengan alat-alat optik.
o. Peserta didik mampu menganalisis gejala kelistrikan dan kemagnetan dalam kehidupan termasuk energi listrik ramah lingkungan dari sumber energi baru/terbarukan.
p. Peserta didik dapat mengelaborasi pemahaman tentang posisi relatif bumi–bulan–matahari dalam sistem tata surya untuk menjelaskan fenomena alam dan perubahan iklim dengan menganalisis data dan informasi mengenai bumi baru.
q. Peserta didik mengambil keputusan yang tepat untuk menghindari zat aditif dan adiktif yang membahayakan dirinya dan lingkungan.

4. Alur Tujuan Pembelajaran per Fase

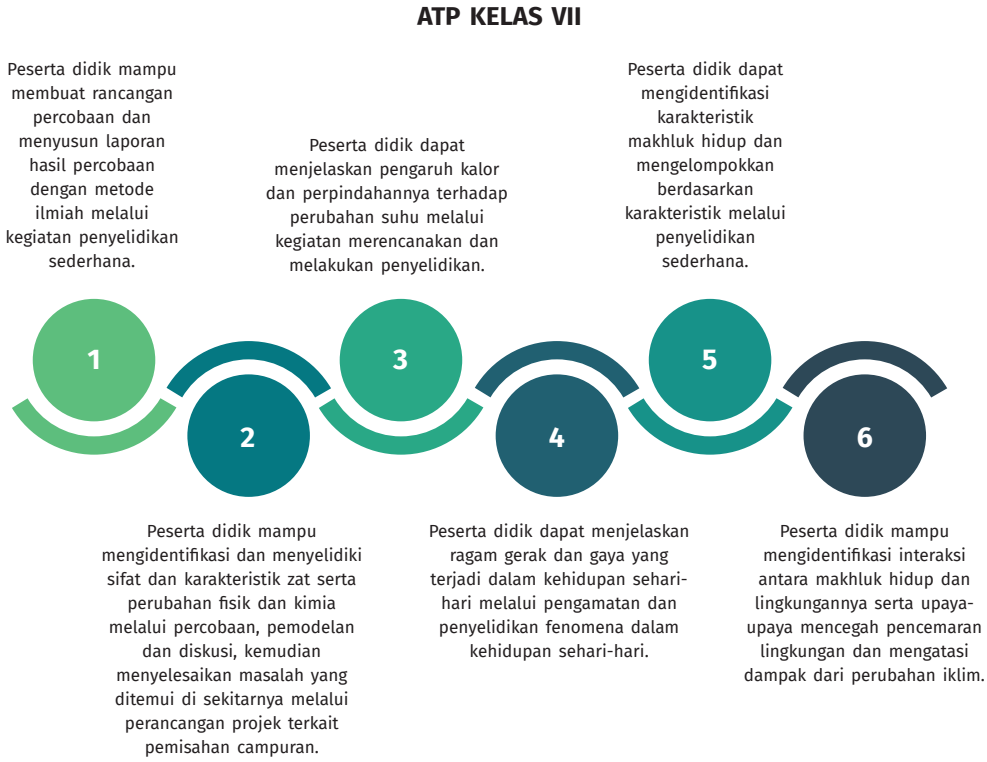
Tujuan pembelajaran yang sudah disusun tersebut kemudian diurutkan berdasarkan beberapa pertimbangan, di antaranya dari materi yang mudah ke yang sulit, dari yang konkret ke abstrak, dan dari materi yang dasar ke materi lanjutan. Tujuan pembelajaran yang sudah diurutkan disebut dengan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).

Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dirumuskan oleh guru dari tujuan pembelajaran berdasarkan kebutuhan dan potensi peserta didik di tiap satuan pendidikan. Selain itu, guru juga dapat mengembangkan ATP dari contoh-contoh yang disediakan pemerintah. ATP yang disajikan berikut merupakan

salah satu contoh pengurutan tujuan pembelajaran yang sudah dibuat pada bagian sebelumnya. ATP ditampilkan dalam bentuk ATP Fase D (Gambar 2) dan ATP kelas VII, VIII, dan IX (Gambar 3 sampai dengan Gambar 5).



Gambar 2 Contoh ATP IPA Fase D


ATP KELAS VII
Peserta didik mampu membuat rancangan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan dengan metode ilmiah melalui kegiatan penyelidikan sederhana.
Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh kalor dan perpindahannya terhadap perubahan suhu melalui kegiatan merencanakan dan melakukan penyelidikan.
Peserta didik dapat mengidentifikasi karakteristik makhluk hidup dan mengelompokkan berdasarkan karakteristik melalui penyelidikan sederhana.
1
2
3
4
5
6
Peserta didik mampu mengidentifikasi dan menyelidiki sifat dan karakteristik zat serta perubahan fisik dan kimia melalui percobaan, pemodelan dan diskusi, kemudian menyelesaikan masalah yang ditemui di sekitarnya melalui perancangan projek terkait pemisahan campuran.
Peserta didik dapat menjelaskan ragam gerak dan gaya yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari melalui pengamatan dan penyelidikan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.
Peserta didik mampu mengidentifikasi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya serta upaya-upaya mencegah pencemaran lingkungan dan mengatasi dampak dari perubahan iklim.

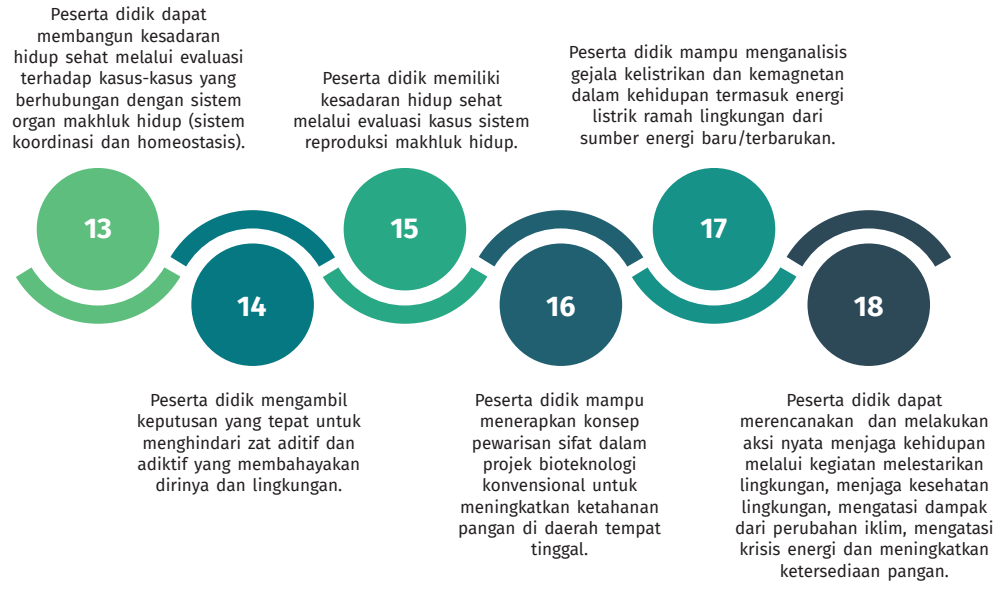
Gambar 3 Contoh ATP IPA Kelas VII (144 Jam Pelajaran)

ATP KELAS VIII

Peserta didik dapat mengelaborasi pemahaman tentang posisi relatif bumi-bulan-matahari dalam sistem tata surya untuk menjelaskan fenomena alam dan perubahan iklim dengan menganalisis data dan informasi mengenai bumi baru
Peserta didik mampu mengevaluasi keterkaitan antara sistem oran dalam makhluk hidup (sistem pernapasan dan eksresi) serta aktivitas yang dilakukan dan dampaknya bagi kesehatan, untuk membangun kesadaran hidup sehat.
Peserta didik dapat menganalisis berbagai fenomena dalam kehidupan yang berkaitan dengan penerapan konsep tekanan melalui pembuatan miniatur kapal selam setelah memperoleh pemahaman mengenai konsep tekanan pada zat padat, zat cair dan gas.
7
8
9
10
11
12
Peserta didik mampu mengevaluasi keterkaitan antara sistem orgam dalam makhluk hidup (sistem pencernaan dan peredaran darah) serta aktivitas yang dilakukan dan dampaknya bagi kesehatan, untuk membangun kesadaran hidup sehat.
Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara konsep usaha dan energi serta mendalami pemanfaatan pesawat sederhana dalam kehidupan melalui keterkaitannya dengan konsep usaha dan energi.
Peserta didik mampu mengaplikasikan konsep gelombang serta memaparkan pemanfaatan gelombang cahaya dalam alat optik melalui pemahaman konsep getaran sebagai dasar dan fenomena gelombang pada kehidupan sehari-hari serta menerapkannya dalam teknologi, termasuk gelombang cahaya pada interaksinya dengan alat-alat optik.

Gambar 4 Contoh ATP IPA Kelas VIII (144 Jam Pel ajaran)

ATP KELAS IX


Peserta didik dapat membangun kesadaran hidup sehat melalui evaluasi terhadap kasus-kasus yang berhubungan dengan sistem organ makhluk hidup (sistem koordinasi dan homeostasis).
Peserta didik memiliki kesadaran hidup sehat melalui evaluasi kasus sistem reproduksi makhluk hidup.
Peserta didik mampu menganalisis gejala kelistrikan dan kemagnetan dalam kehidupan termasuk energi listrik ramah lingkungan dari sumber energi baru/terbarukan.
13
14
15
16
17
18
Peserta didik mengambil keputusan yang tepat untuk menghindari zat aditif dan adiktif yang membahayakan dirinya dan lingkungan.
Peserta didik mampu menerapkan konsep pewarisan sifat dalam projek bioteknologi konvensional untuk meningkatkan ketahanan pangan di daerah tempat tinggal.
Peserta didik dapat merencanakan dan melakukan aksi nyata menjaga kehidupan melalui kegiatan melestarikan lingkungan, menjaga kesehatan lingkungan, mengatasi dampak dari perubahan iklim, mengatasi krisis energi dan meningkatkan ketersediaan pangan.

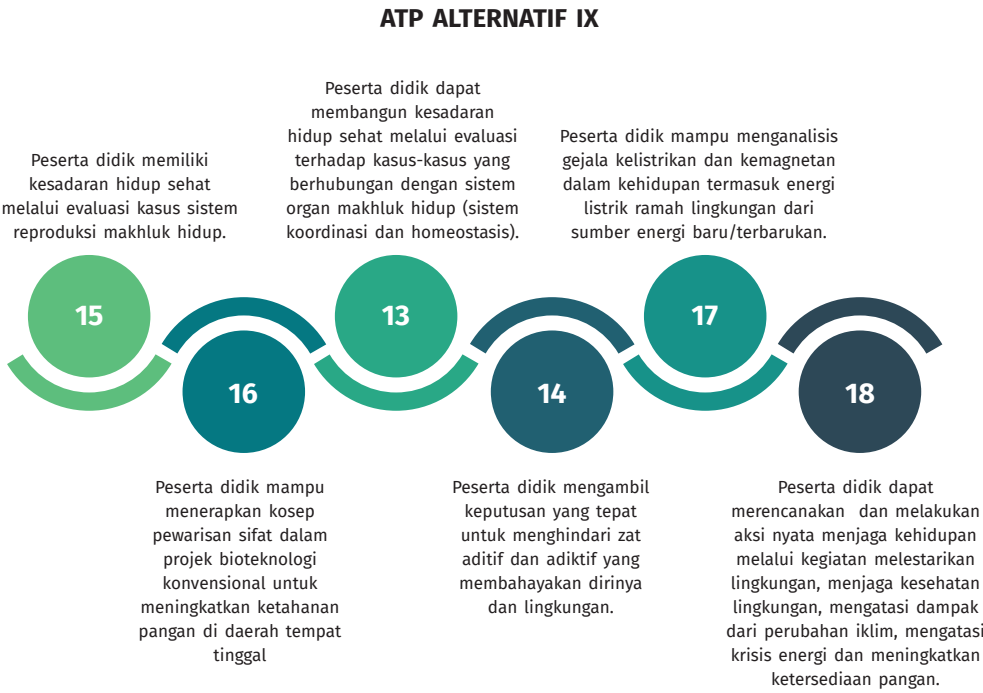
Gambar 5 Contoh ATP IPA Kelas IX (128 Jam Pelajaran)

5. Panduan Menyusun Alur Tujuan Pembelajaran Alternatif

Guru dapat mengembangkan ATP secara fleksibel sehingga tidak harus sesuai dengan contoh ATP yang diberikan oleh pemerintah. Guru didorong untuk menyusun ATP alternatif sesuai karakteristik satuan pendidikan, minat peserta didik, dan isu-isu lokal yang relevan. Pada kelas IX ini, ada beberapa topik yang disarankan penulis untuk dilakukan secara berkesinambungan, yaitu:

- Bab Zat Aditif dan Zat Adiktif sebaiknya dipelajari setelah Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia.
- Bab Listrik, Magnet, dan Energi Alternatif sebaiknya dipelajari sebelum Bab Isu-Isu Lingkungan.
- Bab Isu-Isu Lingkungan sebaiknya dipelajari di akhir fase, setelah semua topik dikuasai peserta didik.

ATP alternatif yang dapat digunakan oleh guru (kelas IX) disajikan pada Gambar 6 berikut ini.


ATP ALTERNATIF IX
Peserta didik memiliki kesadaran hidup sehat melalui evaluasi kasus sistem reproduksi makhluk hidup.
Peserta didik dapat membangun kesadaran hidup sehat melalui evaluasi terhadap kasus-kasus yang berhubungan dengan sistem organ makhluk hidup (sistem koordinasi dan homeostasis).
Peserta didik mampu menganalisis gejala kelistrikan dan kemagnetan dalam kehidupan termasuk energi listrik ramah lingkungan dari sumber energi baru/terbarukan.
15
16
13
14
17
18
Peserta didik mampu menerapkan kosep pewarisan sifat dalam projek bioteknologi konvensional untuk meningkatkan ketahanan pangan di daerah tempat tinggal
Peserta didik mengambil keputusan yang tepat untuk menghindari zat aditif dan adiktif yang membahayakan dirinya dan lingkungan.
Peserta didik dapat merencanakan dan melakukan aksi nyata menjaga kehidupan melalui kegiatan melestarikan lingkungan, menjaga kesehatan lingkungan, mengatasi dampak dari perubahan iklim, mengatasi krisis energi dan meningkatkan ketersediaan pangan.

Gambar 6 Contoh ATP Alternatif IPA Kelas IX

Untuk menyusun ATP, berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan oleh guru.

- Utamakan materi yang mudah (sederhana), baru kemudian materi yang lebih kompleks (rumit).
- Utamakan materi konkret, baru materi yang abstrak.
- Utamakan materi yang menjadi dasar bagi materi lainnya.
- Utamakan membahas topik kontekstual yang sangat lekat dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik saat itu.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Model pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning*) merupakan model paling umum yang digunakan dalam buku ini. Hal ini disebabkan karena pembelajaran ini sejalan dengan praktik keterampilan proses yang dikuatkan dalam mata pelajaran IPA. Pembelajaran berbasis inkuiri menguatkan keterampilan mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan membuat penyelidikan, memproses serta menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil. Adapun strategi pembelajaran yang digunakan adalah sebagai berikut:

- pembelajaran kontekstual/*contextual learning* (misalnya mengaitkan kondisi tubuh saat stres atau kelelahan dengan sistem saraf),
- pembelajaran kolaboratif/*collaborative learning* dalam aktivitas kelompok,
- penyelesaian masalah/*problem-solving* dalam menganalisis gangguan sistem koordinasi atau ketidakseimbangan hormon, merancang solusi atas tantangan keterbatasan energi di sekitarnya.

2. Kemitraan Pembelajaran

IPA mendorong pembelajaran yang kolaboratif, tidak hanya antarsesama peserta didik, tetapi juga dengan berbagai pihak agar memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual. Kemitraan utama yang perlu dijalin adalah dengan orang tua peserta didik, terutama dalam berbagai aktivitas pembelajaran berupa pengamatan di rumah dan sekitarnya. Peran orang tua sangat diharapkan untuk menunjang keberhasilan pembelajaran, terutama

pada pembahasan mengenai sistem reproduksi manusia. Orang tua dapat memberikan penguatan dari sudut pandang agama, nilai-nilai budaya setempat, dan nilai-nilai yang dianut dalam keluarga.

Pihak lain yang dapat dijadikan mitra, mulai dari klinik kesehatan, puskesmas, bengkel listrik lokal, pusat edukasi energi terbarukan, atau penyedia panel surya sederhana, UMKM lokal pembuat tempe dan yogurt, maupun pengelola sampah di tingkat RW atau kecamatan.

3. Lingkungan Pembelajaran

Guru dapat memanfaatkan laboratorium IPA, ruang terbuka untuk observasi berbagai makhluk hidup yang ada di sekitar, observasi medan magnet, atau saat melakukan pengamatan respons tubuh saat beraktivitas fisik. Jika memungkinkan, peserta didik dapat mengunjungi pusat listrik, bengkel elektronika, pameran teknologi, posyandu, puskesmas, atau pabrik tempe. Ruang virtual seperti *video conference* juga dapat dimanfaatkan untuk menghadirkan narasumber dari komunitas energi terbarukan, dokter tumbuh kembang, maupun narasumber ahli lainnya.

4. Pemanfaatan Digital

Teknologi digital dapat dioptimalkan untuk eksplorasi konsep dan pengayaan materi. Peserta didik dapat menggunakan simulasi berbasis web (misalnya PhET *Interactive Simulation*, Punnett *Square Simulator*, atau aplikasi lainnya), aplikasi desain rangkaian listrik, menggunakan aplikasi desain grafis dalam pembuatan poster, dan sebagainya.

Guru diharapkan memberikan bimbingan dan pengawasan dalam penggunaan internet agar peserta didik dapat menjelajah secara aman dan bertanggung jawab. Pemanfaatan digital secara tepat akan memperkuat dimensi komunikasi, kreativitas, dan kemandirian peserta didik dalam mengelola dan menyampaikan informasi.

D. Prinsip Pembelajaran

Prinsip pembelajaran merupakan dasar karakteristik pembelajaran mendalam, yaitu berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Prinsip pembelajaran menjadi landasan penting yang memastikan proses belajar berjalan efektif.

Ketiga prinsip ini saling melengkapi dalam membangun pembelajaran mendalam bagi peserta didik, dan dilaksanakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olahraga. Berikut penjelasan ketiga prinsip pembelajaran mendalam tersebut (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025).

1. Berkesadaran (*Mindful*)

Berkesadaran merupakan pengalaman belajar peserta didik yang diperoleh ketika mereka memiliki kesadaran untuk menjadi pembelajar yang aktif dan mampu meregulasi diri. Peserta didik memahami tujuan pembelajaran, termotivasi secara intrinsik untuk belajar, serta aktif mengembangkan strategi belajar untuk mencapai tujuan. Ketika peserta didik memiliki kesadaran belajar, mereka akan memperoleh pengetahuan dan keterampilan sebagai pembelajar sepanjang hayat.

Karakteristik Prinsip Berkesadaran	Contoh Pelaksanaan
a. Kenyamanan peserta didik dalam belajar b. Fokus, konsentrasi, dan perhatian c. Kesadaran terhadap proses berpikir d. Kesempatan peserta didik untuk menentukan pilihan dan memiliki alasan atas pilihannya e. Keterlibatan peserta didik dalam mengembangkan strategi belajarnya f. Keterbukaan terhadap perspektif baru g. Keingintahuan terhadap pengetahuan dan pengalaman baru	• Memberikan pertanyaan pemantik sebagai proses pembelajaran yang memacu keingintahuan peserta didik. • Memastikan peserta didik mengetahui apa yang akan dicapai dalam pembelajaran. • Menunjukkan kebermanfaatan dari hasil belajar bagi peserta didik. • Melaksanakan aktivitas pemantik kegiatan pembelajaran yang interaktif, seperti: berdiskusi, eksplorasi, dll. • Menyiapkan lingkungan belajar yang sesuai dengan karakteristik dan kenyamanan peserta didik. • Menjadi pendengar aktif bagi peserta didik, serta memberi ruang yang nyaman bagi keberagaman.

Praktik prinsip berkesadaran dalam buku ini misalnya seperti berikut.

- Beragam aktivitas apersepsi, mulai dari diskusi, pengamatan langsung, eksplorasi dengan bahan di sekitar, membaca berita terkini, dan simulasi.
- Memberikan pertanyaan pemantik di setiap bagian awal pembahasan/subbab baru.
- Tersedianya berbagai alternatif aktivitas pembelajaran agar guru mempunyai pilihan saat mengajar, disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan peserta didiknya, serta ketersediaan sarana di sekolah dan di lingkungan sekitar.

2. Bermakna (*Meaningful*)

Pembelajaran bermakna terjadi ketika peserta didik dapat menerapkan pengetahuannya secara kontekstual. Proses belajar peserta didik tidak hanya sebatas memahami informasi/penguasaan konten, tetapi berorientasi pada kemampuan mengaplikasi pengetahuan. Kemampuan ini mendukung retensi jangka panjang. Pembelajaran terkoneksi dengan lingkungan peserta didik membuat mereka memahami siapa dirinya, bagaimana menempatkan diri, dan bagaimana mereka dapat berkontribusi kembali. Konsep pembelajaran yang bermakna melibatkan peserta didik dengan isu nyata dalam konteks personal/lokal/nasional/global. Pembelajaran harus melibatkan orang tua, masyarakat, atau komunitas sebagai sumber pengetahuan praktis, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab dan kepedulian sosial.

Karakteristik Prinsip Bermakna	Contoh Pelaksanaan
a. Kontekstual dan/atau relevan dengan kehidupan nyata b. Keterlibatan peserta didik berperan dalam penyelesaian masalah/isu terdekat di kehidupan nyata c. Keterkaitan dengan pengalaman sebelumnya d. Kebermanfaatan pengalaman belajar untuk diterapkan dalam konteks baru e. Keterkaitan dengan bidang ilmu lain f. Pembelajar sepanjang hayat	• Mengembangkan pembelajaran yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi di sekitar peserta didik agar mereka dapat mengemukakan pengalamannya. • Menunjukkan ilustrasi yang menggambarkan perbedaan antara kenyataan dan pengetahuan yang dimiliki. • Melibatkan peserta didik dalam merancang pembelajaran, seperti memilih projek, menentukan isu permasalahan, dan sebagainya.

Karakteristik Prinsip Bermakna	Contoh Pelaksanaan
	• Melaksanakan pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi mendorong peserta didik untuk menerapkan pengetahuan dalam situasi nyata dan kontekstual. • Berdasarkan asesmen awal pembelajaran, guru memperoleh data karakteristik peserta didik untuk dijadikan dasar variasi aktivitas pembelajaran di kelas. • Kegiatan belajar disesuaikan dengan kebutuhan belajar peserta didik sehingga mereka merasakan manfaat dari apa yang dipelajari bagi kehidupannya.

Praktik prinsip bermakna dalam buku ini misalnya sebagai berikut.

- Menjadikan permasalahan diri dan lingkungan sekitar sebagai pemantik dan bahan belajar utama, misalnya permasalahan kesehatan pada sistem koordinasi peserta didik, permasalahan keterbatasan energi di lingkungan, permasalahan sampah dan perilaku konsumtif yang berdampak pada lingkungan, dan sebagainya.
- Mendorong keterlibatan peserta didik dalam menentukan kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran melalui pembuatan rubrik bersama.
- Pelaksanaan asesmen awal di setiap permulaan topik, agar guru mendapatkan data akurat mengenai kebutuhan dan kesiapan belajar peserta didik.

3. Menggembirakan (*Joyful*)

Pembelajaran yang menggembirakan merupakan suasana belajar yang positif, menantang, menyenangkan, dan memotivasi. Rasa senang dalam belajar akan membantu peserta didik terhubung secara emosional sehingga lebih mudah memahami, mengingat, dan menerapkan pengetahuan. Ketika peserta didik menikmati proses belajar, maka motivasi intrinsik mereka akan tumbuh. Hal ini akan mendorong rasa ingin tahu, kreativitas, dan keterlibatan aktif

dari peserta didik. Dengan demikian, pembelajaran membangun pengalaman belajar yang berkesan. Bergembira dalam belajar juga diwujudkan ketika setiap peserta didik merasa nyaman, terpenuhi kebutuhannya, seperti pemenuhan kebutuhan fisiologis, kebutuhan rasa aman, kebutuhan kasih sayang dan rasa memiliki, kebutuhan penghargaan, serta kebutuhan aktualisasi diri.

Karakteristik Prinsip Menggembirakan	Contoh Pelaksanaan
a. Lingkungan pembelajaran yang interaktif b. Aktivitas pembelajaran yang menarik minat dan rasa ingin tahu c. Menginspirasi d. Tantangan yang memotivasi e. Tercapainya keberhasilan belajar (*AHA moment*) f. Memberikan ruang untuk prakarsa, kreativitas sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan	• Memfasilitasi interaksi yang sistematis dan produktif antara guru dan peserta didik, sesama peserta didik, dan antara peserta didik dengan materi belajar. • Merancang kegiatan pembelajaran yang memberikan jawaban terbuka yang memancing pemikiran pribadi peserta didik. • Memfasilitasi peserta didik untuk berdiskusi atau melakukan simulasi. • Memberikan dukungan dan tantangan yang sesuai dengan kemampuan peserta didik, seperti menyesuaikan alokasi waktu pembelajaran dengan kebutuhan peserta didik, serta menyesuaikan proses dan asesmen pembelajaran.

Praktik prinsip menggembirakan dalam buku ini misalnya seperti berikut.

- Pembahasan kondisi-kondisi nyata di sekitar peserta didik, sehingga diharapkan pembelajaran berlangsung secara kontekstual dan relevan.
- Menyediakan berbagai projek dengan produk yang beragam sehingga dapat memfasilitasi kreativitas, bakat, dan minat peserta didik.
- *Inquiry-based learning* yang ada di setiap bagian bab memfasilitasi kebutuhan peserta didik dalam mendapatkan pengalaman belajar yang menantang.

E. Asesmen

Buku ini menggunakan dua bentuk asesmen utama, yaitu sebagai berikut.

- **Formatif**: asesmen awal dan asesmen selama proses pembelajaran, misalnya observasi, jurnal refleksi, debat data.
- **Sumatif**: asesmen akhir dalam berbagai bentuk, misalnya produk, projek, atau kampanye.

Berikut penjelasan secara umum mengenai asesmen formatif dan asesmen sumatif.

1. Asesmen Formatif

Asesmen formatif adalah proses pengumpulan informasi mengenai perkembangan belajar peserta didik dari awal dan selama kegiatan belajar mengajar. Tujuan utama asesmen formatif adalah untuk menyediakan data berupa umpan balik bagi guru maupun peserta didik sehingga proses belajar dapat segera diperbaiki dan ditingkatkan. Berdasarkan 3 prinsip utama asesmen, fungsi formatif adalah penilaian sebagai proses pembelajaran (*assessment as learning*) dan penilaian untuk proses pembelajaran (*assessment for learning*).

- Penilaian sebagai proses pembelajaran merupakan penilaian yang secara aktif melibatkan peserta didik dan mendorong mereka untuk berpikir tentang cara mereka belajar. Hal ini dapat terjadi ketika peserta didik secara konsisten merefleksikan, mengatur, dan memantau kemajuan belajarnya. Peserta didik juga dilibatkan dalam menyusun prosedur, pelaksanaan, dan pembuatan rubrik penilaian. Dengan demikian, peserta didik diharapkan dapat memahami apa yang seharusnya dilakukan agar mencapai tujuan pembelajaran. Penilaian sebagai proses pembelajaran ini merupakan bagian dari prinsip pembelajaran berkesadaran. Sementara dalam tahapan belajar dari pendekatan pembelajaran mendalam, penilaian berada pada kategori merefleksi. Untuk melakukan penilaian ini, guru dapat melakukan beberapa strategi sebagai berikut.
- Melakukan asesmen di awal materi yang akan dipelajari, mencakup hal-hal yang bersifat kognitif (dapat berupa *pre-test* atau curah gagasan mengenai kasus yang diungkapkan guru terkait materi) dan nonkognitif (seperti kesiapan belajar, kebutuhan khusus peserta didik, dan sebagainya).

- Secara berkala mengajak peserta didik melakukan refleksi dan memantau kemajuan belajarnya.
- Peserta didik melakukan penilaian diri sendiri (*self-assessment*) dan penilaian antarteman (*peer-assessment*), baik untuk menilai hal-hal yang bersifat kognitif (pemahaman terhadap materi yang dipelajari) maupun nonkognitif (sikap dan perilaku saat proses belajar). Berikut beberapa contoh rubrik untuk penilaian diri sendiri dan penilaian antarteman.

Contoh Penilaian Diri Selama Diskusi Kelompok

Petunjuk:

1. Bacalah setiap pernyataan berikut dan berilah tanda centang (✓) pada kolom "ya" atau "tidak" sesuai keadaan kalian selama proses diskusi.
2. Kumpulkan format penilaian diri kepada Bapak/Ibu guru kalian setelah diisi dengan lengkap.

Tabel 2 Penilaian Diri

No.	Pernyataan	Ya	Tidak
	Selama proses diskusi, saya:		
1.	aktif mengemukakan ide.		
2.	mendengarkan rekan lain yang sedang berpendapat.		
3.	sibuk mengerjakan tugas sendiri.		
4.	tidak bertanya karena takut ditertawakan.		
5.	aktif mengajukan pertanyaan.		
6.	melaksanakan kesepakatan kelompok meskipun tidak sesuai dengan pendapat sendiri.		

Catatan:

- Pernyataan dapat dikembangkan oleh guru sesuai dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik.
- Laporan penilaian diri dapat dijadikan data konfirmasi terkait sikap/perilaku peserta didik serta kesulitan belajar yang dihadapinya.
- Data ini dapat dijadikan oleh guru sebagai umpan balik dan pengambilan keputusan dalam rangka memperbaiki kualitas pembelajaran peserta didik.

Contoh Penilaian Antarteman Selama Diskusi Kelompok

Petunjuk:

1. Bacalah setiap pernyataan berikut dan berilah tanda centang (✓) pada kolom sesuai keadaan teman kalian selama proses diskusi.
2. Kumpulkan format penilaian diri kepada Bapak/Ibu guru kalian setelah diisi dengan lengkap.

Tabel 3 Penilaian Antarteman

No.	Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Teman saya aktif mengemukakan ide selama diskusi.		
2.	Teman saya mendengarkan pendapat rekan lainnya.		
3.	Teman saya mengerjakan tugas kelompok sesuai pembagian tugas yang disepakati bersama.		
4.	Teman saya aktif membantu rekan lain yang mengalami kesulitan mengerjakan tugas.		
5.	Teman saya menertawakan pendapat rekan lainnya pada saat diskusi kelompok.		
6.	Dan seterusnya.		

- Penilaian untuk proses pembelajaran merupakan penilaian yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung, bertujuan untuk mendukung dan meningkatkan pembelajaran dengan menyesuaikan proses belajar agar dapat memenuhi kebutuhan peserta didik. Peserta didik dapat menemukan kekuatan dan kelemahannya. Sementara guru memberi dukungan yang memadai untuk peserta didik agar dapat mengatasi kesulitan belajar yang dialaminya.

  Umpan balik dari penilaian untuk proses belajar ini juga memberikan informasi kepada guru bagian-bagian dari topik yang telah dipahami secara utuh oleh para peserta didik dan bagian-bagian yang perlu ditinjau kembali untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. Penilaian ini juga dapat dilaksanakan untuk penilaian keterampilan, terutama jika diperlukan keterampilan dasar sebelum melangkah pada keterampilan yang lebih kompleks, yang merupakan pengembangan dari keterampilan dasar tersebut. Strategi yang dapat dilakukan guru terkait penilaian ini adalah sebagai berikut.

- Melakukan pembimbingan saat peserta didik sedang dalam proses untuk menyelesaikan projek atau tugas yang diberikan. Guru secara konsisten memberikan umpan balik terhadap perkembangan yang ditunjukkan peserta didik.
- Memberikan kuis atau penugasan lain sehingga guru dapat memantau perkembangan pemahaman peserta didik terhadap subbab atau bagian materi yang disampaikan.
- Menyediakan berbagai aktivitas belajar yang beragam dengan tetap mengutamakan komunikasi dan keterlibatan dua arah antara guru dan peserta didik.

Adapun contoh bentuk penilaian untuk proses belajar adalah sebagai berikut.

Contoh Jurnal Peserta Didik

Tabel 4 Kriteria Penilaian Jurnal

Aspek	Sedang Berkembang	Sesuai Ekspektasi	Melebihi Ekspektasi
Keteraturan mengisi jurnal	Jurnal diisi selama sepertiga waktu pelaksanaan pengamatan.	Jurnal diisi selama dua per tiga waktu pelaksanaan pengamatan.	Jurnal diisi setiap hari selama waktu pelaksanaan kegiatan.
Refleksi	Tidak menunjukkan kelebihan atau kekurangan saat pengamatan.	Menyebutkan kelebihan dan kekurangan saat pengamatan.	Menjelaskan secara detail kelebihan dan kekurangan saat melakukan pengamatan.

Contoh Refleksi Akhir Kuis/*Post-test*

Tabel 5 Refleksi Peserta Didik

Diisi setelah peserta didik mengerjakan kuis.		
1.	Berapakah prediksi nilai yang akan saya peroleh? (Rentang nilai: 0–100)	
2.	Mengapa saya memprediksikan nilai tersebut? (Berikan komentar tentang kemampuan kalian dalam kuis ini.)	

Diisi setelah peserta didik memperoleh nilai kuis.		
1.	Apakah nilai saya melampaui, tepat di atas, atau berada di bawah prediksi saya?	
2.	Bagian topik manakah yang merupakan kekuatan saya dan manakah yang perlu saya pelajari lagi?	
3.	Apakah yang dapat saya tingkatkan/ubah di waktu yang akan datang dalam pelajaran ini?	

Contoh Penilaian Rancangan Percobaan

Tabel 6 Rubrik Penilaian Rancangan Percobaan

Aspek yang Dinilai	Deskripsi Penilaian untuk Pencapaian Peserta Didik			
	Sangat Mahir	**Mahir**	**Sedang Berkembang**	**Mulai Mencoba**
Tujuan Percobaan	Deskripsi secara tepat dan terperinci	Deskripsi secara tepat	Menyebutkan dengan singkat	Mencoba menyebutkan
Hipotesis	Ada hubungan antara variabel bebas dan terikat dan disertai alasan logis secara saintifik	Ada hubungan antara variabel bebas dan terikat dan disertai alasan umum	Ada hubungan antara variabel bebas dan terikat	Mencoba menuliskan hipotesis
Variabel	Mendeskripsikan variabel bebas dan terikat serta menyebutkan lebih dari tiga variabel kontrol dengan tepat	Menyebutkan variabel bebas dan terikat serta menyebutkan tiga variabel kontrol secara tepat	Menyebutkan variabel bebas dan terikat serta menyebutkan kurang dari tiga variabel kontrol	Mengidentifikasi 1–2 variabel dalam percobaan: variabel bebas, terikat, atau kontrol
Prosedur	Lengkap dan mudah untuk diikuti, disertai dengan alat dan bahan yang sesuai (banyak dan ukurannya juga disebutkan)	Mudah untuk diikuti, disertai dengan alat dan bahan yang sesuai (banyak/ ukurannya disebutkan)	Dapat diikuti, disertai dengan beberapa alat dan bahan	Mencoba menulis prosedur

Beberapa hal yang perlu diperhatikan guru dalam merancang asesmen formatif adalah sebagai berikut. (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025)

- Asesmen formatif tidak berisiko tinggi. Formatif dirancang untuk tujuan pembelajaran dan tidak seharusnya digunakan untuk menentukan nilai rapor, keputusan kenaikan kelas, kelulusan, atau keputusan-keputusan penting lainnya.
- Asesmen formatif menggunakan berbagai teknik dan/atau instrumen. Formatif dapat dilakukan dengan teknik observasi, menggunakan instrumen asesmen diri, dan/atau asesmen antarteman.
- Asesmen formatif dilaksanakan bersamaan dengan proses pembelajaran yang sedang berlangsung sehingga antara asesmen formatif dan pembelajaran menjadi suatu kesatuan.
- Asesmen di awal tahun pembelajaran bersifat opsional, yang lebih ditekankan adalah pelaksanaan asesmen awal sebelum melaksanakan pembelajaran.
- Asesmen formatif dapat menggunakan metode yang sederhana sehingga umpan balik hasil asesmen tersebut dapat diperoleh dengan cepat.
- Asesmen formatif yang dilakukan di awal pembelajaran akan memberikan informasi kepada guru tentang kesiapan belajar peserta didik. Berdasarkan asesmen ini, guru perlu menyesuaikan/memodifikasi rencana pelaksanaan pembelajarannya dan/atau membuat diferensiasi pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan peserta didik.
- Instrumen asesmen formatif yang digunakan dapat memberikan informasi tentang kekuatan, hal-hal yang masih perlu ditingkatkan oleh peserta didik, dan mengungkapkan cara untuk meningkatkan kuantitas tulisan, karya, atau performa yang diberi umpan balik. Dengan demikian, hasil asesmen tidak sekadar sebuah angka.

2. Asesmen Sumatif

Asesmen sumatif bertujuan untuk menilai pencapaian hasil belajar peserta didik sebagai dasar penentuan kenaikan kelas dan/atau kelulusan dari satuan pendidikan (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Penilaian pencapaian hasil belajar peserta didik dilakukan dengan membandingkan pencapaian hasil belajarnya dengan kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran. Berbeda dengan asesmen formatif, asesmen sumatif menjadi bagian dari perhitungan penilaian di akhir semester, akhir tahun ajaran, dan/atau akhir jenjang.

Berdasarkan 3 prinsip utama asesmen, asesmen sumatif merupakan prinsip penilaian terhadap proses belajar (*assessment of learning*). Di dalam panduan khusus tiap bab sudah disertakan contoh-contoh rubrik yang dapat digunakan dalam asesmen sumatif. Tentu saja, setiap rubrik yang diberikan di buku ini bersifat contoh, guru sangat dianjurkan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik, bahkan dapat membuat bersama peserta didik dalam menentukan kriteria penilaian lengkap dengan rubriknya.

Asesmen sumatif dapat dilakukan setelah pembelajaran berakhir, misalnya pada akhir satu lingkup materi (dapat terdiri atas satu atau lebih tujuan pembelajaran), atau pada akhir semester. Untuk asesmen sumatif, guru dapat menggunakan teknik dan instrumen yang beragam, tidak hanya berupa tes tertulis, tetapi dapat menggunakan observasi dan performa (praktik, menghasilkan produk, atau melakukan projek).

Bentuk asesmen sumatif lain yang sudah sangat dikenal guru adalah tes tulis. Guru diharapkan dapat membuat tes tulis yang dapat mengukur tidak hanya pengetahuan yang didapatkan selama aktivitas belajar, tetapi juga dapat mendukung kemampuan peserta didik secara keseluruhan. Selaras dengan kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berliterasi, guru perlu banyak mengembangkan soal-soal untuk tes tulis yang membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* atau HOTS). Berpikir aras tinggi yang dimaksud adalah keterampilan berpikir yang menuntut peserta didik untuk menganalisis, mengevaluasi, hingga mencipta.

HOTS dapat dinyatakan sebagai proses yang melahirkan pembelajaran bermakna, karena peserta didik dapat menerapkan apa yang telah dipelajari dalam situasi baru tanpa arahan atau petunjuk orang lain. HOTS juga dapat membentuk kemampuan berpikir logis, reflektif, dan pengambilan keputusan secara mandiri. Terakhir, HOTS juga dapat melatih peserta didik agar mampu menyelesaikan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, 2019).

Agar dapat menyusun soal HOTS, guru perlu menentukan kompetensi yang hendak diukur dan merumuskan materi yang akan dijadikan dasar pertanyaan. Berikut adalah langkah-langkah penyusunan soal HOTS (Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, 2019).

- Menganalisis kompetensi yang akan dinilai, menentukan tingkat kognitif yang akan diukur (dengan panduan taksonomi Bloom revisi atau menggunakan taksonomi SOLO), dan merumuskan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang akan dikembangkan, termasuk IPK pendukung, IPK kunci, dan IPK pengayaan jika ada
- Menyusun kisi-kisi soal
- Memilih stimulus yang tepat dan kontekstual
- Menulis butir pertanyaan sesuai dengan kisi-kisi soal
- Membuat pedoman penskoran (rubrik) atau kunci jawaban

Secara singkat, berikut adalah perbedaan antara asesmen formatif dan asesmen sumatif.

Tabel 7 Perbedaan Asesmen Formatif dan Sumatif

Aspek	Asesmen Formatif	Asesmen Sumatif
Pengertian	Proses pengumpulan informasi tentang kemajuan belajar peserta didik yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung.	Asesmen yang dilakukan pada akhir periode pembelajaran (misalnya akhir tema, akhir semester, atau akhir tahun).
Tujuan	Untuk memberikan umpan balik kepada guru dan peserta didik sehingga proses belajar bisa segera diperbaiki dan ditingkatkan	Untuk mengevaluasi pencapaian belajar secara keseluruhan dan menentukan apakah peserta didik telah mencapai kompetensi yang ditetapkan
Fungsi	• Membantu guru mengidentifikasi kesulitan belajar peserta didik • Memberikan umpan balik cepat agar peserta didik bisa memperbaiki pemahaman • Menjadi dasar penyesuaian strategi mengajar	• Menentukan tingkat pencapaian belajar peserta didik • Memberikan nilai atau skor akhir • Menjadi dasar pengambilan keputusan (misalnya kelulusan, kenaikan kelas)
Waktu Pelaksanaan	Dilakukan berulang-ulang selama pembelajaran	Dilakukan sekali pada akhir periode pembelajaran
Contoh Bentuk	Jurnal reflektif, penilaian antarteman, penilaian diri, peta konsep, observasi kinerja, dll	Projek tematik (kolaborasi beberapa mata pelajaran), portofolio, studi kasus, presentasi interdisipliner, dll

Seperti sudah disampaikan di awal pembahasan tentang penilaian bahwa penilaian adalah proses mengumpulkan data, maka guru perlu menindaklanjuti hasil proses pengumpulan data tersebut. Apa yang guru dapatkan dari berbagai aktivitas penilaian yang sudah dilakukan? Apakah guru sudah mendapatkan gambaran jelas mengenai pencapaian setiap peserta didik? Setelah mendapatkan informasi-informasi tersebut, lalu apa yang guru lakukan agar peserta didik dapat mencapai kompetensi yang diharapkan dan mengembangkan potensi yang dimilikinya secara optimal?

Terdapat beberapa miskonsepsi tindak lanjut penilaian. Pertama, yang dipahami guru selama ini adalah hasil penilaian hanya dapat dilihat dan ditindaklanjuti di akhir masa pembelajaran. Tindak lanjut yang dilakukan guru pada umumnya melakukan tes ulang/remedial atau melaporkan hasil apa pun yang diperoleh peserta didik dalam bentuk rapor. Guru juga seringkali melakukan remedial di akhir semester, saat pengolahan nilai untuk mengisi rapor dan menemukan bahwa sebagian peserta didik belum memenuhi standar yang telah ditetapkan. Hal ini menyebabkan peserta didik tidak memiliki pemahaman terhadap kemampuan dirinya sendiri dan seringkali terbebani tugas-tugas perbaikan yang bertumpuk di akhir semester.

Miskonsepsi kedua, hasil belajar seringkali dianggap sebagai akhir proses belajar. Peserta didik hanya dapat melakukan perbaikan jika sudah menyelesaikan seluruh materi yang disampaikan. Dampaknya, peserta didik tidak memiliki otonomi atas aktivitas belajarnya, hanya menunggu instruksi guru setelah guru memeriksa tugas-tugasnya, apakah sudah tuntas atau belum.

Miskonsepsi ketiga, penilaian hanya dapat dilakukan oleh guru. Hanya guru yang dapat menyatakan seorang peserta didik tuntas atau tidak dalam memahami materi yang dipelajari.

Ketiga miskonsepsi inilah yang perlu ditinggalkan guru agar proses pembelajaran dapat lebih bermakna dan peserta didik dapat lebih berdaya. Sepanjang pembelajaran, guru dan peserta didik dapat bersama-sama memantau perkembangan kegiatan belajarnya (*assessment as learning*), peserta didik diberi kesempatan untuk turut menentukan hal-hal terkait proses belajar, seperti kriteria penilaian dan memilih tantangan atau masalah yang ingin diamati. Keterlibatan dalam proses belajar membuat peserta didik lebih memahami kemampuan diri serta secara terus-menerus melakukan refleksi terhadap kegiatan belajarnya sendiri. Umpan balik juga perlu langsung diberikan guru selama proses belajar agar peserta didik memiliki kesempatan memperbaiki dan mengembangkan kemampuannya.

Selain digunakan peserta didik untuk perbaikan dan pengembangan terhadap proses belajarnya, hasil penilaian juga perlu segera ditindaklanjuti guru terkait dengan proses belajar itu sendiri (*assessment for learning*). Guru perlu jeli mengamati proses yang dilakukan peserta didik. Jika ditemukan miskonsepsi pada sebagian besar peserta didik, dapat dipastikan metode yang digunakan perlu diubah, strategi perlu disesuaikan, atau barangkali ada konsep awal yang belum dipahami peserta didik sepenuhnya.

Tindak lanjut terhadap kegiatan penilaian ini dapat berupa remedial atau pengayaan. Pada awal perencanaan pembelajaran, guru sudah menentukan tujuan pembelajaran apa yang akan dicapai, dan apa saja kriteria peserta didik yang sudah mencapai tujuan tersebut. Bagi peserta didik yang berhasil mencapai tujuan pembelajaran yang dicanangkan, mereka dapat dikatakan tuntas. Adapun peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran tersebut, misalnya ada beberapa kriteria yang tidak muncul, maka peserta didik tersebut dikatakan belum tuntas. Peserta didik yang dinilai belum tuntas akan menjalani remedial, sedangkan yang tuntas dapat diberikan pengayaan.

3. Remedial

Untuk dapat menyusun rencana remedial yang tepat bagi peserta didik, guru perlu melakukan analisis terhadap kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Guru mendampingi peserta didik untuk menemukan dan mengatasi kesulitan belajar yang dihadapinya, memberi saran-saran perbaikan, terutama pada cara dan sikap belajar agar mencapai hasil belajar yang lebih baik. Proses ini menunjukkan penilaian sebagai proses pembelajaran (*assessment as learning*).

Proses selanjutnya adalah menemukan metode yang tepat untuk peserta didik dengan kesulitan belajar spesifik tersebut. Guru perlu menyusun mulai dari membuat tujuan pembelajaran remedial yang diharapkan dapat dicapai peserta didik di akhir proses pembelajaran, serta menyesuaikan kriteria yang mungkin dapat dimodifikasi sesuai hasil analisis kesulitan belajar yang telah dilakukan. Guru secara cermat memilih media, sumber belajar, dan pendekatan yang tepat untuk memudahkan peserta didik memahami materi yang disampaikan. Pada proses ini, guru melakukan penilaian sebagai proses pembelajaran.

Beberapa strategi pembelajaran remedial yang dapat dipilih guru berdasarkan kebutuhan peserta didik adalah sebagai berikut (Direktorat Pembinaan SMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017).

- Bimbingan secara individu dapat dilakukan ketika peserta didik memiliki kesulitan yang sangat berbeda dibandingkan teman-temannya. Dikarenakan sifatnya yang personal, guru terkadang perlu menyediakan waktu khusus untuk melakukan bimbingan ini.
- Bimbingan secara berkelompok dilakukan pada saat guru menemukan beberapa peserta didik memiliki kesulitan yang relatif sama.
- Pembelajaran ulang dilakukan ketika sebagian besar peserta didik menunjukkan kesulitan dalam memahami konsep yang dipelajari. Pada kasus ini, guru perlu mengubah metode pengajaran atau menggunakan media yang berbeda. Adakalanya guru juga perlu menyesuaikan tugas yang diberikan.
- Pemberian tugas dilakukan sebagai upaya latihan bagi peserta didik agar dapat memahami materi dari berbagai sudut pandang.
- Pemanfaatan tutor sebaya dilakukan dengan bantuan peserta didik dengan kemampuan dan kecepatan belajar yang lebih. Tutor sebaya sering kali terbukti lebih efektif dalam menyelesaikan kesulitan belajar, misalnya dari sisi komunikasi, karena kedekatan atau faktor usia yang relatif sama membuat peserta didik lebih memahami materi yang disampaikan dengan bahasa yang lebih mudah dipahami. Selain menguntungkan peserta didik dengan kesulitan belajar, tutor juga mendapatkan keuntungan, karena dengan menjelaskan materi pada temannya, ia memiliki potensi lebih besar untuk semakin menguasai konten yang disampaikan.

4. Pengayaan

Fokus pengayaan adalah pendalaman dan perluasan dari kompetensi yang dipelajari (Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017). Bentuk pembelajaran pengayaan dapat dipilih sebagai berikut.

- Belajar berkelompok yang didasarkan pada minat tertentu. Guru dapat memberikan permasalahan yang nyata dan dekat dengan keseharian peserta didik. Kemudian kelompok tersebut diminta untuk menyelesaikan permasalahan atau mengajukan solusi berdasarkan tahapan berpikir ilmiah yang telah dipelajari.

- Belajar mandiri dilakukan peserta didik untuk memperdalam topik yang diminatinya. Seperti halnya belajar berkelompok, aktivitas pengayaan ini dimulai dari permasalahan nyata untuk kemudian diteliti secara mendalam oleh peserta didik yang bersangkutan.
- Pembelajaran berbasis tema dilakukan dengan kolaborasi antarmata pelajaran. Peserta didik akan memecahkan permasalahan berdasarkan tema tertentu dengan melihat dari berbagai sudut pandang mata pelajaran agar didapatkan pemahaman yang menyeluruh terhadap permasalahan yang akan didalami tersebut.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

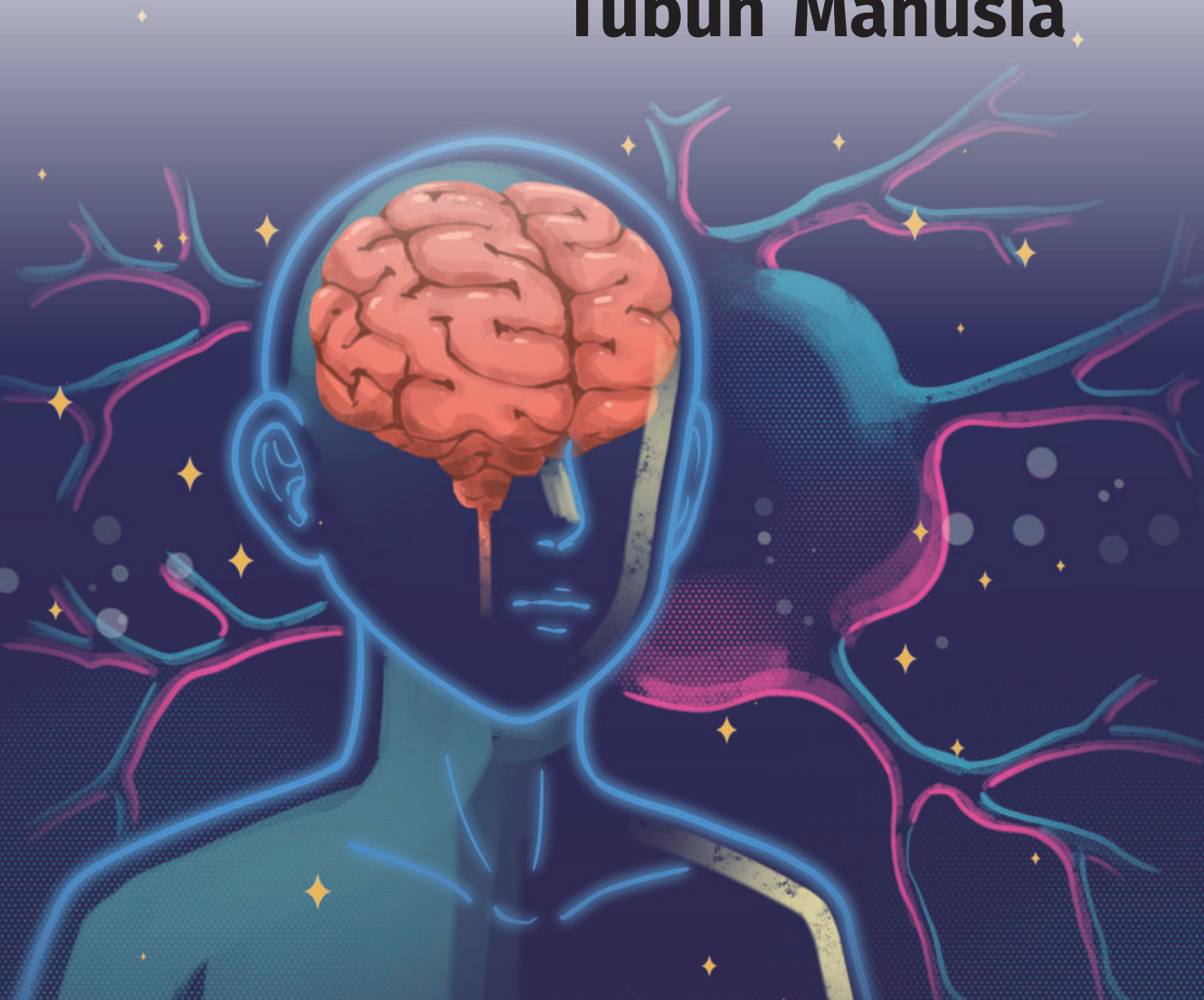
Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 1

Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia



A. Pendahuluan

Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia merupakan bab pembuka yang memperkenalkan peserta didik pada sistem pengaturan tubuh manusia agar tetap stabil dan dapat merespons perubahan lingkungan dengan tepat. Bab ini menyajikan pengetahuan tentang sistem saraf, alat indra, sistem hormon, serta mekanisme homeostasis seperti pengaturan suhu tubuh, kadar cairan, dan kadar gula darah. Materi ini mencerminkan pendekatan kolaboratif antar bidang dalam IPA, khususnya antara anatomi, fisiologi, dan kesehatan.

Melalui pemahaman terhadap cara kerja sistem saraf, indra, dan hormon, peserta didik diharapkan mampu menyadari pentingnya menjaga sistem tubuh mereka agar tetap seimbang dan sehat. Keseimbangan ini sangat penting dalam menghadapi tantangan kehidupan modern, seperti stres, pola makan tidak seimbang, dan lingkungan yang tidak mendukung kesehatan. Bab ini dirancang untuk menumbuhkan kesadaran tersebut melalui aktivitas inkuiri, eksperimen, dan refleksi berbasis pengalaman sehari-hari.

Isu-isu seperti gangguan sistem koordinasi, kelelahan, dan ketidakseimbangan hormon kini semakin relevan dalam kehidupan peserta didik. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran dalam bab ini tidak hanya mengandalkan penjelasan dari buku teks, tetapi juga mengintegrasikan sumber-sumber informasi lain seperti artikel ilmiah populer, wawancara, video edukatif, dan pengalaman nyata di sekitar mereka. Guru diharapkan mampu membaca kebutuhan dan kemampuan belajar peserta didik serta menyediakan aktivitas pembelajaran yang tepat, kontekstual, dan bermakna.

Bab ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengalami langsung bagaimana tubuh mereka merespons rangsangan melalui aktivitas seperti simulasi jalur impuls, pengukuran waktu reaksi, eksperimen efek suhu terhadap keringat, hingga dokumentasi warna urine sebagai indikator keseimbangan cairan tubuh. Selain itu, projek akhir bab mendorong peserta didik untuk melakukan wawancara atau survei langsung guna mengenali penyakit terkait sistem koordinasi dan homeostasis serta mencari cara pencegahannya.

Tujuan pembelajaran dalam bab ini difokuskan pada pengembangan pemahaman terhadap sistem koordinasi dan homeostasis tubuh manusia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Secara terperinci peserta didik diharapkan mampu:

- mendeskripsikan struktur dan fungsi sistem saraf, alat indra, dan sistem hormon,
- menganalisis mekanisme homeostasis dalam mengatur suhu tubuh, kadar cairan, dan kadar gula darah,
- melakukan eksperimen sederhana untuk mengamati respons tubuh terhadap berbagai rangsangan,
- mengidentifikasi gangguan yang terjadi akibat ketidakseimbangan sistem koordinasi dan homeostasis, serta
- merancang dan melakukan survei/pelaporan sederhana terkait penyakit sistem koordinasi.

Pembelajaran pada bab ini akan melatih keterampilan proses IPA peserta didik, yaitu mengamati, mempertanyakan, memprediksi, merancang dan melakukan penyelidikan, mengolah serta menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengomunikasikan hasilnya. Proses ini akan disertai refleksi yang mendorong pemahaman mendalam, serta pembentukan kesadaran untuk menjaga keseimbangan tubuh secara alami.

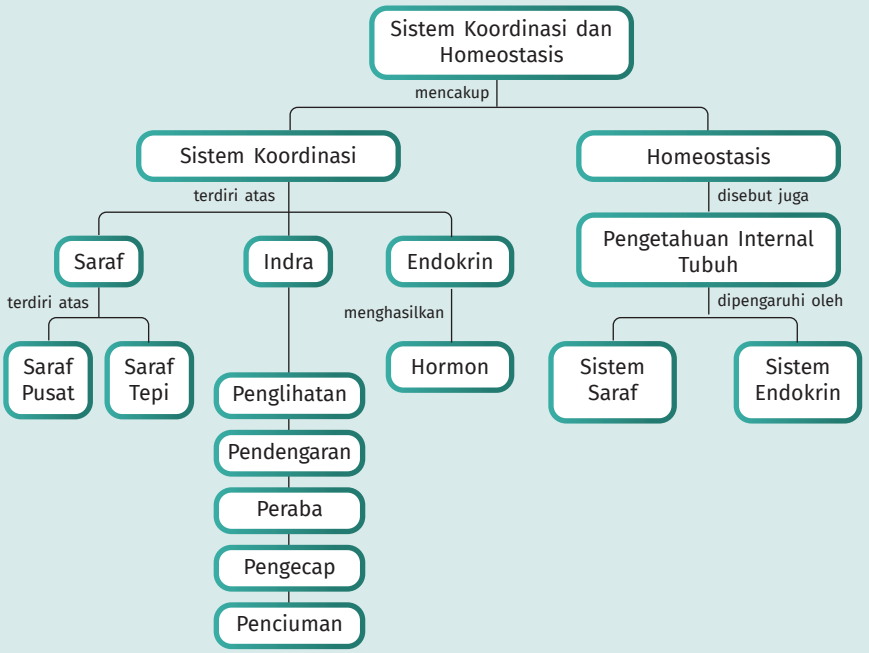
Bab ini mendukung pencapaian dimensi profil lulusan sebagai berikut.

- Penalaran kritis: Peserta didik dilatih untuk memahami dan menganalisis keterkaitan antara sistem tubuh serta mengevaluasi penyebab gangguan yang terjadi.
- Kreativitas: Diperkuat melalui aktivitas dan proyek yang mendorong peserta didik menyusun simulasi, menciptakan media, dan merancang proyek reflektif atau kampanye hidup sehat.
- Kemandirian dan kesehatan: Melalui kegiatan reflektif dan aksi nyata, peserta didik diharapkan mampu menjaga keseimbangan diri dan mengambil keputusan untuk hidup sehat.
- Komunikasi: Peserta didik akan melatih kemampuan menyampaikan informasi, ide, dan hasil penyelidikan secara tertulis dan lisan, baik dalam diskusi kelompok maupun dalam proyek akhir.

Materi pembelajaran dibagi menjadi beberapa subpokok materi yang disusun secara sistematis. Pokok materi dalam bab ini mencakup sistem saraf dan jenis neuron, fungsi dan struktur alat indra, sistem hormon dan kelenjar endokrin, mekanisme homeostasis: pengaturan suhu, cairan, dan gula darah, serta gangguan sistem koordinasi dan cara pencegahannya. Untuk memudahkan guru menyusun strategi pembelajaran, Buku Panduan Guru telah

dilengkapi dengan peta konsep, saran pengelolaan pembelajaran, alternatif aktivitas, asesmen formatif dan sumatif, serta panduan pelaksanaan projek akhir bab yang mengarah pada aksi nyata peserta didik. Berikut ini peta konsep Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia (Gambar 1.1).

Peta Konsep



Gambar 1.1 Peta Konsep Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia

Alokasi waktu yang diusulkan untuk mempelajari bab ini adalah sekitar 20 JP. Guru diharapkan dapat mengatur waktu secara efisien sehingga proses pembelajaran berjalan baik agar tujuan pembelajaran yang dapat dicapai.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Bab Sistem Koordinasi dan Homeostasis Tubuh Manusia merupakan bagian penting dalam pemahaman fungsi tubuh manusia yang utuh. Bab ini memerlukan penguasaan konsep-konsep dasar yang mendukung pemahaman tentang cara kerja sistem saraf, alat indra, sistem hormon, dan mekanisme tubuh dalam menjaga kestabilan kondisi internal (homeostasis).

Agar pembelajaran dapat berlangsung secara optimal, peserta didik sebaiknya telah menguasai beberapa konsep dan keterampilan prasyarat berikut.

1. Memahami struktur dan fungsi dasar sel dan jaringan, khususnya sel saraf (neuron) dan jaringan epitel.
2. Mengetahui sistem organ dalam tubuh manusia, seperti sistem peredaran darah, pernapasan, pencernaan, dan ekskresi, serta bagaimana sistem tersebut bekerja secara terkoordinasi.
3. Mengenal lima alat indra utama (penglihatan, pendengaran, penciuman, peraba, dan pengecap) serta jenis-jenis rangsangan yang dapat diterima masing-masing.
4. Memahami konsep dasar sistem hormon (endokrin) dan fungsinya dalam mengatur aktivitas tubuh.
5. Memiliki pengalaman dalam melakukan observasi dan eksperimen sederhana, termasuk mencatat data dan menarik kesimpulan.
6. Terbiasa dengan kegiatan diskusi, kerja kelompok, dan refleksi yang mendukung proses penyelidikan ilmiah dan pemahaman mendalam.
7. Memiliki kesadaran awal tentang pentingnya gaya hidup sehat, seperti istirahat cukup, mengelola stres, dan menjaga asupan nutrisi.

Dengan landasan ini, peserta didik akan lebih siap untuk mengeksplorasi bagaimana sistem koordinasi dan homeostasis bekerja dalam tubuh, serta mampu mengaitkannya dengan pengalaman nyata dan permasalahan sehari-hari. Bab ini akan membimbing peserta didik untuk memahami tubuhnya sendiri secara lebih kritis dan reflektif, sesuai dengan pendekatan pembelajaran mendalam dan penguatan pada 8 dimensi profil lulusan, khususnya dalam aspek penalaran kritis, kesehatan, komunikasi, dan kemandirian.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Model pembelajaran utama yang digunakan dalam bab ini adalah pembelajaran inkuiri (*inquiry-based learning*) yang menekankan pada eksplorasi, pengamatan, penyelidikan, dan pengolahan informasi secara aktif oleh peserta didik. Pendekatan ini sesuai dengan karakter materi sistem koordinasi dan homeostasis yang membutuhkan pemahaman

berbasis pengalaman langsung dan pengamatan terhadap fenomena biologis. Strategi pembelajaran yang dapat digunakan meliputi pembelajaran kontekstual/*contextual learning* (misalnya mengaitkan kondisi tubuh saat stres atau kelelahan dengan sistem saraf), pembelajaran kolaboratif/*collaborative learning* dalam aktivitas kelompok, serta penyelesaian masalah/*problem-solving* dalam menganalisis gangguan sistem koordinasi atau ketidakseimbangan hormon. Guru dianjurkan untuk menyesuaikan strategi yang digunakan dengan karakteristik satuan pendidikan dan latar belakang peserta didik agar pembelajaran dapat berjalan lebih efektif dan bermakna.

2. Kemitraan Pembelajaran

Kemitraan dalam proses pembelajaran pada bab ini dapat diperkuat melalui pelibatan orang tua, terutama untuk mendukung pelaksanaan kegiatan observasi dan survei sederhana di lingkungan rumah atau masyarakat. Guru perlu menjelaskan tujuan, manfaat, dan bentuk aktivitas yang akan dilakukan peserta didik sejak awal agar orang tua dapat memberikan izin dan dukungan. Selain itu, guru juga dapat menjalin kemitraan dengan pihak luar sekolah, seperti klinik kesehatan, puskesmas, atau petugas kesehatan yang bersedia menjadi narasumber. Kolaborasi ini akan memperluas cakrawala peserta didik dalam memahami gangguan sistem saraf dan hormon, serta cara menjaga kesehatan tubuh secara holistik. Pelibatan pihak luar tidak harus dalam bentuk kunjungan fisik, tetapi bisa dilakukan melalui wawancara daring atau video pembelajaran kolaboratif.

3. Lingkungan Pembelajaran

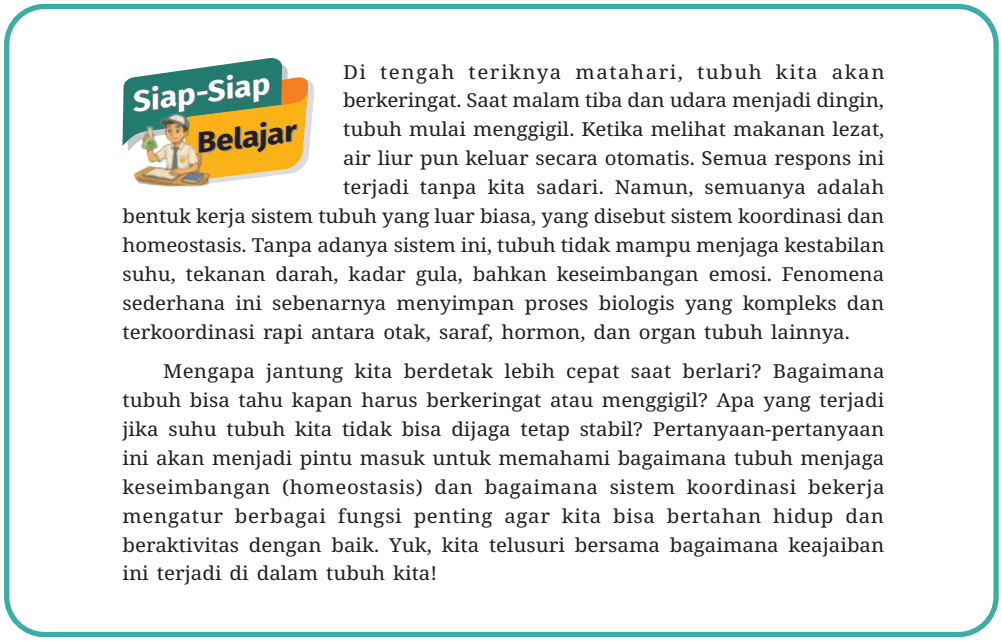
Lingkungan belajar dalam bab ini tidak terbatas pada ruang kelas. Guru dapat memanfaatkan berbagai ruang belajar alternatif seperti laboratorium sekolah untuk praktik pengukuran waktu reaksi atau simulasi sistem saraf, serta ruang terbuka untuk pengamatan terhadap respons tubuh saat beraktivitas fisik. Kegiatan juga dapat dirancang untuk dilaksanakan di rumah atau lingkungan sekitar, seperti pengamatan pola konsumsi air dan produksi urine selama sehari penuh. Pembelajaran juga dapat difasilitasi melalui ruang diskusi virtual yang memungkinkan peserta didik saling berbagi temuan atau wawancara dengan narasumber ahli. Lingkungan belajar yang variatif akan meningkatkan keterlibatan dan motivasi peserta didik dalam memahami materi secara kontekstual.

4. Pemanfaatan Digital

Dalam mendukung proses pembelajaran dan penyajian hasil kerja, peserta didik dapat diarahkan untuk menggunakan berbagai perangkat dan aplikasi digital. Misalnya, peserta didik membuat infografik tentang mekanisme kerja sistem hormon menggunakan Canva atau aplikasi sejenis lainnya, merancang video edukatif tentang gerak refleks, atau menyusun laporan digital dari projek akhir mereka. Guru diharapkan memberikan arahan yang jelas terkait etika digital dan keamanan siber, serta membantu peserta didik memilih *platform* atau aplikasi yang sesuai dan ramah pelajar. Pemanfaatan digital secara tepat akan memperkuat dimensi komunikasi, kreativitas, dan kemandirian peserta didik dalam mengelola dan menyampaikan informasi.

D. Apersepsi

Untuk memulai kegiatan pembelajaran, guru dapat menggunakan apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa. Berikut adalah tangkapan layar terkait dengan apersepsi dari Buku Siswa (Gambar 1.2).


Siap-Siap Belajar
Di tengah teriknya matahari, tubuh kita akan berkeringat. Saat malam tiba dan udara menjadi dingin, tubuh mulai menggigil. Ketika melihat makanan lezat, air liur pun keluar secara otomatis. Semua respons ini terjadi tanpa kita sadari. Namun, semuanya adalah bentuk kerja sistem tubuh yang luar biasa, yang disebut sistem koordinasi dan homeostasis. Tanpa adanya sistem ini, tubuh tidak mampu menjaga kestabilan suhu, tekanan darah, kadar gula, bahkan keseimbangan emosi. Fenomena sederhana ini sebenarnya menyimpan proses biologis yang kompleks dan terkoordinasi rapi antara otak, saraf, hormon, dan organ tubuh lainnya.
Mengapa jantung kita berdetak lebih cepat saat berlari? Bagaimana tubuh bisa tahu kapan harus berkeringat atau menggigil? Apa yang terjadi jika suhu tubuh kita tidak bisa dijaga tetap stabil? Pertanyaan-pertanyaan ini akan menjadi pintu masuk untuk memahami bagaimana tubuh menjaga keseimbangan (homeostasis) dan bagaimana sistem koordinasi bekerja mengatur berbagai fungsi penting agar kita bisa bertahan hidup dan beraktivitas dengan baik. Yuk, kita telusuri bersama bagaimana keajaiban ini terjadi di dalam tubuh kita!

Gambar 1.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 1 pada Buku Siswa

Dalam Buku Siswa, apersepsi pada bab ini dimulai dengan aktivitas reflektif yang mengajak peserta didik merasakan langsung bagaimana tubuh mereka bereaksi terhadap rangsangan. Salah satu kegiatan awal adalah mencubit lengan sendiri dan mengamati sensasi yang muncul, kemudian mengaitkannya dengan sistem saraf dan indra peraba. Aktivitas ini bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu tentang bagaimana tubuh bisa "merespons" tanpa disadari, serta memperkenalkan konsep dasar koordinasi antara reseptor, saraf, dan efektor.

Selanjutnya, peserta didik diajak untuk mengamati berbagai situasi dalam kehidupan sehari-hari, seperti mengapa jantung berdebar saat gugup, tubuh berkeringat saat kepanasan, atau merasa lapar meski baru saja makan. Pertanyaan-pertanyaan ini merangsang peserta didik untuk mulai bernalar kritis dan membangun dugaan awal mengenai sistem pengatur tubuh. Guru kemudian dapat mengajak peserta didik berdiskusi untuk menumbuhkan kesadaran bahwa tubuh manusia memiliki mekanisme pengendalian yang luar biasa dan saling terintegrasi.

Selain aktivitas yang terdapat dalam Buku Siswa, guru juga dapat menambahkan aktivitas-aktivitas apersepsi berikut sebagai alternatif atau pengayaan.

1. Simulasi respons rangsangan
   Guru menyiapkan alat sederhana (misalnya penggaris untuk mengukur waktu reaksi, benda panas/dingin tertutup untuk diraba). Peserta didik diminta mencatat respons tubuh mereka terhadap tiap rangsangan. Setelah itu, peserta didik diajak menyimpulkan bagian tubuh mana yang paling cepat merespons dan berdiskusi tentang jalur saraf yang mungkin terlibat.
2. Observasi pola hidup sehari-hari
   Peserta didik diminta mencatat satu hari aktivitasnya—waktu bangun, waktu makan, frekuensi buang air kecil, waktu tidur, dan kapan merasa lelah atau segar. Dari catatan tersebut, peserta didik diminta mengidentifikasi aktivitas tubuh yang menunjukkan peran sistem saraf dan hormon, kemudian menyampaikannya dalam diskusi kelompok.
3. Analisis mini kasus kesehatan
   Guru menyajikan potongan berita atau artikel ringan tentang gangguan kesehatan seperti diabetes, stres, atau hipotiroidisme. Peserta didik membaca, lalu diminta membuat dugaan: sistem tubuh apa yang terganggu dan bagaimana gangguan itu bisa memengaruhi keseimbangan tubuh. Aktivitas ini dapat dilakukan secara individu atau kelompok kecil untuk mendorong analisis awal yang bersifat ilmiah.

Aktivitas apersepsi di atas hanyalah beberapa contoh yang dapat disesuaikan. Guru dianjurkan untuk menyusun aktivitas yang paling kontekstual dan relevan dengan pengalaman peserta didik di kelas masing-masing. Apersepsi yang menggugah rasa ingin tahu dan keterhubungan dengan kehidupan nyata akan memberikan landasan kuat untuk pembelajaran mendalam selanjutnya.

E. Formatif Awal

Guru dapat melakukan kegiatan asesmen formatif awal dengan menggunakan asesmen di awal pembelajaran yang terdapat pada Buku Siswa seperti tangkapan layar berikut ini (Gambar 1.3).

Sebelum membahas lebih lanjut bab ini, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Apa yang biasanya kamu rasakan saat berolahraga berat atau kepanasan? Bagaimana tubuhmu meresponsnya?
2. Pernahkah kamu merasa tiba-tiba gugup sebelum tampil di depan umum? Apa yang terjadi pada tubuhmu saat itu?
3. Mengapa saat kita lapar atau haus, tubuh bisa memberi "tanda" meskipun tidak ada yang memberi tahu?
4. Bagaimana kamu dapat menjaga keseimbangan tubuh saat berdiri dengan satu kaki?
5. Apa yang terjadi jika suhu tubuhmu terus-menerus terlalu tinggi atau terlalu rendah?
6. Bagaimana sistem saraf dan indra membantu tubuh kita merespons lingkungan sekitar?
7. Apa yang terjadi pada tubuh kita jika sistem koordinasi dan homeostasis tidak berfungsi dengan baik?
8. Bagaimana caranya menjaga kesehatan sistem koordinasi dan homeostasis tubuh kita?

Dari pertanyaan di atas, mana yang menurutmu perlu dibahas lebih detail dengan guru?

Gambar 1.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 1 pada Buku Siswa

Aktivitas formatif awal dalam bab ini dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan untuk mengetahui kesiapan awal peserta didik secara kognitif (pengetahuan terkait materi yang akan dibahas) maupun nonkognitif (misalnya kesiapan sosial emosional). Kegiatan ini bertujuan menggali pengetahuan prasyarat, mengenali pengalaman pribadi peserta didik, serta memetakan pemahaman awal mereka terhadap konsep-konsep dasar tentang sistem koordinasi, alat indra, sistem hormon, dan mekanisme homeostasis.

Beberapa alternatif aktivitas yang dapat dilakukan guru adalah sebagai berikut.

1. Kartu tanya jawab konsep dasar
   Guru menyiapkan beberapa kartu pertanyaan yang berkaitan dengan konsep prasyarat, seperti: "Apa yang kamu ketahui tentang sistem saraf?", "Apa fungsi hormon dalam tubuh?", atau "Apa yang terjadi ketika tubuh kepanasan?". Peserta didik mengambil kartu secara bergiliran dan mencoba menjawab sesuai pemahaman mereka. Guru dapat menggunakan hasil ini untuk memetakan seberapa jauh pemahaman awal peserta didik dan memberikan penguatan materi yang masih lemah.

2. Refleksi kebiasaan sehari-hari
   Guru dapat mengajak peserta didik merefleksikan kebiasaan mereka yang berkaitan dengan sistem tubuh, seperti pola tidur, waktu penggunaan gawai, konsumsi makanan, dan aktivitas fisik. Refleksi ini tidak hanya memberikan gambaran kesiapan belajar peserta didik secara nonkognitif, tetapi juga membangun koneksi antara materi pelajaran dan kehidupan mereka sehari-hari.

3. Pilihan belajar individu
   Guru dapat menyebarkan kuesioner singkat kepada peserta didik untuk mengidentifikasi gaya belajar mereka: apakah mereka lebih nyaman belajar secara mandiri, melalui diskusi kelompok, membaca buku, atau menonton video. Informasi ini dapat digunakan untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih personal dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik di kelas.

   Saat menyusun formatif awal kognitif, guru juga dapat menggunakan isu-isu nyata yang relevan, seperti fenomena "*brain rot*", kelelahan akibat *screen time* berlebih, atau kasus diabetes dan gangguan tiroid. Peserta didik diajak membaca artikel atau menonton video pendek tentang topik tersebut, lalu menjawab pertanyaan eksploratif seperti: "Apa bagian tubuh yang terganggu?", "Bagaimana tubuh meresponsnya?", dan "Apa akibat jika tidak segera ditangani?". Strategi ini bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu dan kepedulian terhadap pentingnya sistem pengatur tubuh.

   Selama proses penilaian awal, guru sangat disarankan untuk mendokumentasikan temuan-temuan penting, karena informasi ini menjadi dasar dalam merancang pembelajaran selanjutnya. Beberapa hal penting yang perlu dicatat guru adalah sebagai berikut.

4. Kondisi peserta didik saat melakukan formatif awal
   Catatan ini membantu memahami konteks hasil kerja peserta didik. Misalnya, peserta didik yang tampak lelah atau terganggu secara emosional mungkin tidak menunjukkan kemampuan terbaiknya. Hal ini penting agar guru tidak langsung menyimpulkan rendahnya pemahaman berdasarkan satu indikator saja.

5. Kata kunci dan miskonsepsi peserta didik
   Guru sebaiknya mencermati kata-kata yang digunakan peserta didik dalam menjawab. Misalnya, jika peserta didik mengatakan "saraf itu hanya ada di otak" atau "hormon hanya diproduksi saat marah", hal ini mengindikasikan miskonsepsi yang perlu diluruskan. Temuan ini menjadi bahan penting untuk menyusun penguatan konsep sebelum masuk ke materi yang lebih kompleks.

   Dengan aktivitas formatif awal yang menyeluruh, guru akan lebih mudah menyusun pembelajaran yang relevan, adaptif, dan bermakna bagi peserta didik. Langkah ini juga menjadi awal dari pembelajaran mendalam yang menumbuhkan kesadaran tubuh, kesehatan, dan penalaran kritis peserta didik terhadap dirinya sendiri.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Subbab A. Sistem Koordinasi Manusia

Tabel 1.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 1.1 Ayo Amati	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/ atau kehidupan sehari-hari
	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
Aktivitas 1.2 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
Aktivitas 1.3 Ayo Analisis	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep
	Mengaplikasi	Menganalisis hubungan antara konsep Biologi dengan fakta dari hasil percobaan
Aktivitas 1.4 Ayo Analisis	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.5 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.6 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.7 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.8 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.9 Ayo Analisis	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Mengaplikasi	Memprediksi dampak yang akan terjadi berdasarkan data hasil percobaan
Aktivitas 1.10 Ayo Refleksi	Merefleksi	Menunjukkan pemahaman mendalam dan kritis, mampu menggeneralisasi konsep, menciptakan wawasan baru, mengevaluasi informasi, serta menerapkan pengetahuan pada situasi kompleks dan baru

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab A.

Aktivitas 1.1 Ayo Amati

Aktivitas ini bertujuan membantu peserta didik memahami konsep dasar sistem koordinasi, khususnya membedakan antara gerak refleks dan gerak sadar, melalui simulasi jalur impuls saraf menggunakan metode bermain peran. Langkah-langkah pelaksanaan aktivitas adalah sebagai berikut.

- Guru mengajak peserta didik menyadari pentingnya sistem koordinasi dalam kehidupan sehari-hari dengan memantik pertanyaan seperti: “Apa yang terjadi saat kita menyentuh benda panas?” atau “Bagaimana kita bisa menggerakkan tubuh?”.
- Guru membagi kelas menjadi kelompok dan memberikan skenario untuk disimulasikan: gerak refleks (misalnya tangan menyentuh benda panas) dan gerak sadar (misalnya mengambil gelas dari meja).
- Peserta didik diminta menyusun jalur impuls menggunakan tali atau kertas, merepresentasikan peran neuron sensorik, interneuron, motorik, efektor, dan reseptor, lalu melakukan simulasi peran.

- Guru memberi ruang refleksi dengan mengajak peserta didik menganalisis perbedaan antara kedua jenis gerak tersebut dan keterkaitannya dengan situasi nyata di rumah atau lingkungan.
- Simulasi dilakukan dengan suasana aktif dan kolaboratif serta mendorong kekompakan dan kreativitas kelompok. Guru dapat memberikan penghargaan untuk kekompakan atau kejelasan jalur impuls terbaik.

Aktivitas 1.2 Ayo Selidiki

Aktivitas ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep kecepatan respons tubuh terhadap rangsangan secara konkret dan menyenangkan. Melalui percobaan sederhana menggunakan penggaris, peserta didik tidak hanya belajar mengenai fungsi sistem saraf, tetapi juga mengaitkannya dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas ini mendorong kesadaran akan pentingnya fokus, serta membangun pengalaman belajar yang bermakna dan menggembirakan. Langkah-langkah pelaksanaan aktivitas adalah sebagai berikut.

- Guru memantik kesadaran peserta didik tentang pentingnya respons cepat tubuh melalui pertanyaan pemantik seperti: “Apa jadinya jika kita lambat bereaksi saat menghindar dari bahaya?” atau “Mengapa kita bisa langsung menarik tangan saat menyentuh benda panas?”.
- Guru menjelaskan tujuan dan prosedur aktivitas, yaitu mengukur kecepatan respons tubuh dalam kondisi fokus dan terganggu dengan alat sederhana berupa penggaris. Guru juga menjelaskan konsep sistem saraf yang terlibat dalam proses tersebut.
- Peserta didik bekerja berpasangan untuk melakukan percobaan. Satu orang menjatuhkan penggaris dan satu orang menangkapnya. Angka tempat penggaris tertangkap dicatat dan diulang minimal tiga kali untuk tiap kondisi (fokus dan terganggu).
- Guru membimbing peserta didik dalam mengolah data dan menganalisis hasil, termasuk membandingkan perbedaan reaksi saat fokus dan terganggu. Diskusi difasilitasi untuk mengaitkan hasil dengan proses kerja sistem saraf pusat dan tepi.
- Peserta didik melakukan refleksi sederhana, misalnya dengan menjawab: “Dalam kondisi apa tubuhmu bereaksi paling cepat?” atau “Apa yang bisa kamu pelajari dari hasil percobaan ini?”.

- Guru menutup aktivitas dengan kegiatan interaktif, seperti kuis ringan, permainan reaksi cepat, atau menonton video pendek yang relevan untuk menambah keseruan dan penguatan konsep.

Aktivitas 1.3 Ayo Analisis

Aktivitas ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami pentingnya kecepatan dan akurasi dalam transmisi impuls saraf. Melalui simulasi permainan berbisik yang menyenangkan, peserta didik akan menyadari bagaimana pesan saraf diteruskan melalui jaringan neuron dan dampaknya jika terjadi kesalahan dalam proses tersebut. Langkah-langkah pelaksanaan aktivitas adalah sebagai berikut.

- Guru membuka aktivitas dengan mengaitkan pentingnya komunikasi dalam tubuh manusia, terutama melalui sistem saraf. Guru memancing peserta didik untuk berpikir bagaimana otak dan tubuh dapat berkoordinasi dengan cepat dalam merespons rangsangan.
- Peserta didik dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil. Setiap kelompok membentuk barisan dan setiap anggota berperan sebagai neuron (sensorik, interneuron, dan motorik). Guru menjelaskan peran tiap neuron secara sederhana.
- Guru memberikan "pesan rangsangan" (bisa berupa kalimat sederhana atau kode) kepada anggota pertama di tiap barisan untuk dibisikkan secara cepat ke anggota berikutnya hingga mencapai anggota terakhir.
- Anggota terakhir di setiap kelompok mengucapkan pesan yang diterima dengan lantang. Peserta didik kemudian membandingkan pesan awal dan akhir. Jika ada perubahan, mereka mendiskusikan faktor penyebabnya, mengaitkannya dengan sistem saraf.
- Guru memfasilitasi refleksi bersama: Apa makna dari kecepatan dan akurasi dalam sistem saraf? Bagaimana hal itu memengaruhi aktivitas kita sehari-hari? Apakah semua sistem saraf bekerja secepat itu?
- Sebagai penutup, guru dapat memberi penghargaan simbolik untuk kelompok yang berhasil menyampaikan pesan dengan akurat. Aktivitas ini diselingi canda dan tawa karena potensi perubahan pesan, menjadikan kegiatan ini menyenangkan dan penuh keterlibatan.

Aktivitas 1.4 Ayo Analisis

Aktivitas ini bertujuan untuk memperlihatkan betapa pentingnya koordinasi antara sistem sensorik dan sistem saraf pusat dalam merespons informasi. Melalui simulasi efek Stroop, peserta didik akan mengalami secara langsung bagaimana otak bekerja keras saat menerima informasi yang saling bertentangan. Aktivitas ini juga memberikan pengalaman menyenangkan yang mendorong refleksi mendalam tentang fungsi otak. Langkah-langkah pelaksanaan aktivitas adalah sebagai berikut.

- Guru membuka pembelajaran dengan menjelaskan pentingnya koordinasi antara indra (mata) dan pusat kontrol di otak. Guru memancing peserta didik untuk menyadari bagaimana otak harus memilih respons yang tepat saat menerima dua jenis informasi yang berbeda secara bersamaan.
- Guru menunjukkan contoh efek Stroop (misalnya kata "Merah" tertulis dengan tinta biru) dan menjelaskan bahwa peserta didik harus menyebutkan warna tintanya, bukan membaca tulisannya. Guru menjelaskan bahwa aktivitas ini akan menguji kecepatan dan akurasi otak dalam memproses konflik informasi.
- Peserta didik dibagi menjadi pasangan. Satu peserta didik menjadi pembaca dan yang lainnya pencatat waktu dan skor. Guru memberi instruksi agar mereka bertukar peran setelah giliran pertama selesai.
- Guru membagikan lembar efek Stroop dan *stopwatch*/*smartphone* sebagai alat bantu. Peserta didik mulai membaca warna tinta dari atas ke bawah dengan cepat, sambil dicatat waktunya dan kesalahan (jika ada).
- Setelah kedua peserta didik selesai, guru memfasilitasi diskusi di antara pasangan dan secara keseluruhan di kelas . Guru memberikan pertanyaan pemandu: Mengapa terjadi kesalahan? Bagaimana otak memproses konflik antara bacaan dan warna? Bagian otak mana yang bekerja? Apa manfaat dari latihan ini?
- Guru dapat membuat suasana lebih menyenangkan dengan memberi tantangan siapa yang paling cepat dan akurat. Guru juga bisa menyelingi aktivitas dengan tepuk semangat atau hiburan ringan untuk mencairkan suasana.

Aktivitas 1.5 Ayo Selidiki

Aktivitas ini mendorong peserta didik melakukan penyelidikan langsung terhadap cara kerja sistem pendengaran. Kegiatan ini juga menjadi sarana untuk memunculkan pertanyaan kritis dan refleksi terhadap pentingnya kesehatan telinga dan pengaruh arah serta jarak suara terhadap kemampuan mendengar. Langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut.

1. Guru menjelaskan tujuan aktivitas dan pentingnya memahami sistem pendengaran dalam kehidupan sehari-hari.
2. Peserta didik dibagi dalam kelompok kecil. Tiap kelompok merancang eksperimen berdasarkan panduan, dengan variasi arah suara, jarak, dan kondisi pendengaran (misalnya dengan satu telinga ditutup).
3. Salah satu anggota kelompok menjadi subjek dengan mata tertutup dan menghadap lurus ke depan. Anggota lain menguji dari berbagai arah dan jarak menggunakan suara tepukan, bunyi benda, atau alat bantu sederhana.
4. Guru mendorong peserta didik mencatat hasil eksperimen dan mendiskusikan pertanyaan: bagaimana arah dan jarak memengaruhi deteksi suara? Bagaimana jika hanya satu telinga yang berfungsi?
5. Diskusi kelas difasilitasi untuk menyimpulkan peran sistem saraf dan organ indra dalam mengenali arah dan sumber suara.
6. Jika memungkinkan, guru dapat mengaitkan aktivitas dengan profesi tertentu (misalnya pilot, dokter THT, atau penyandang disabilitas pendengaran) untuk memberi makna kontekstual.

Aktivitas 1.6 Ayo Selidiki

Aktivitas ini bertujuan membangun kesadaran peserta didik tentang pentingnya fungsi penciuman sebagai bagian dari sistem koordinasi tubuh serta membantu mereka memahami mekanisme persepsi bau melalui kegiatan praktis yang menyenangkan. Langkah-langkah pelaksanaan:

1. Guru menjelaskan pentingnya indra penciuman dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana informasi bau diteruskan ke otak. Aktivitas ini ditautkan dengan pengalaman pribadi peserta didik seperti aroma makanan, lingkungan, atau emosi.
2. Peserta didik dibagi menjadi kelompok berisi 4–5 orang dan menyiapkan alat serta bahan. Salah satu anggota kelompok menjadi penebak dan mengenakan penutup mata.

3. Anggota lain menyodorkan satu per satu bahan berbau khas ke dekat hidung penebak tanpa menyentuh wajah. Penebak mencium dan menebak bau yang diterima, lalu mencatat jawabannya.
4. Langkah ini diulang hingga semua bahan dikenali. Setelah selesai, penebak membuka mata dan mencocokkan jawabannya dengan kunci jawaban yang benar.
5. Guru memfasilitasi diskusi kelas berdasarkan pertanyaan reflektif: bau mana yang paling mudah atau sulit dikenali, perbedaan antarindividu, dan hubungan indra pembau dengan otak.
6. Untuk membuat aktivitas lebih seru, guru dapat memberi tantangan kelompok tercepat atau menambahkan bahan berbau unik. Aktivitas ini dapat dikaitkan dengan profesi seperti ahli parfum, juru masak, atau neurolog.

Aktivitas 1.7 Ayo Selidiki

Aktivitas ini bertujuan membantu peserta didik memahami bagaimana lidah merespons berbagai jenis rasa dan bagaimana sistem pengecap bekerja bersama sistem saraf. Dengan merasakan langsung bahan-bahan yang berbeda, peserta didik diajak menyadari pentingnya koordinasi antara indra dan otak dalam pengalaman makan sehari-hari. Langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut.

1. Guru menjelaskan bahwa lidah manusia memiliki reseptor untuk mendeteksi lima rasa dasar (manis, asin, asam, pahit, umami), dan bahwa aktivitas ini akan mengeksplorasi kepekaan bagian lidah terhadap tiap rasa.
2. Peserta didik bekerja secara berpasangan atau kelompok kecil. Guru memastikan semua alat dan bahan telah disiapkan: larutan rasa, *cotton bud*/sendok, air putih, dan lembar observasi.
3. Satu anggota kelompok menjulurkan lidah, sementara pasangannya menyentuhkan *cotton bud* yang telah dicelupkan ke larutan rasa pada bagian tertentu dari lidah (ujung, samping, tengah, belakang).
4. Peserta didik yang diuji menyebutkan rasa yang dirasakannya. Prosedur diulang untuk semua rasa, dengan membilas mulut menggunakan air putih setiap kali berpindah larutan.
5. Setiap kelompok mencatat bagian lidah yang paling peka untuk setiap rasa. Setelah semua jenis rasa diuji, guru memfasilitasi diskusi kelas mengenai perbedaan hasil antarindividu dan fungsi sistem pengecap.

6. Guru dapat menambahkan elemen menyenangkan seperti “Tantangan Rasa Misterius”, atau meminta peserta didik menebak bahan larutan tanpa diberi tahu sebelumnya. Aktivitas ini bisa dikaitkan dengan profesi seperti koki, ahli gizi, atau dokter THT.

Aktivitas 1.8 Ayo Selidiki

Aktivitas ini membantu peserta didik memahami bahwa kulit bukan hanya pembungkus tubuh, tetapi juga alat penting untuk mendeteksi perubahan lingkungan. Melalui eksperimen langsung, peserta didik akan menyadari peran sistem saraf dalam memproses rangsangan sentuhan dan suhu, serta pentingnya menjaga kesehatan kulit. Berikut adalah langkah-langkah pelaksanaannya.

1. Guru membuka dengan pertanyaan pemantik seperti: “Bagaimana kita bisa tahu kalau air itu panas atau dingin?” atau “Apa yang terjadi kalau kita tidak bisa merasakan sakit saat terluka?” untuk membangun kesadaran pentingnya kulit sebagai indra peraba.
2. Peserta didik dibagi dalam kelompok berpasangan dan melakukan dua jenis eksperimen:
   - Uji kepekaan sentuhan: Menggunakan dua tusuk gigi dan penggaris, peserta menyentuhkan titik ke berbagai bagian tubuh pasangannya untuk menguji kepekaan membedakan dua titik.
   - Uji rangsangan Suhu: Menggunakan air hangat dan suhu ruang untuk membandingkan sensasi suhu dengan dua tangan. Guru memastikan bahwa alat telah disiapkan dan digunakan dengan aman dan higienis.
3. Peserta mencatat bagian tubuh yang paling sensitif terhadap sentuhan, serta sensasi suhu yang dirasakan, lalu mendiskusikan mengapa respons berbeda bisa muncul pada bagian tubuh yang berbeda.
4. Guru memfasilitasi diskusi kelas untuk membahas pentingnya indra peraba bagi keselamatan, seperti menghindari benda panas atau tajam, serta bagaimana informasi dari kulit dikirim ke otak.
5. Untuk menambah kegembiraan, guru bisa mengadakan “Tantangan Deteksi Dua Titik” yaitu kelompok mencoba menebak titik terkecil yang masih bisa dibedakan oleh temannya, lalu membandingkan hasil antarkelompok.

Aktivitas 1.9 Ayo Analisis

Aktivitas ini bertujuan memperdalam pemahaman peserta didik tentang pentingnya keseimbangan hormon dalam tubuh. Dengan menganalisis kasus nyata, peserta didik akan mengaitkan konsep biologi dengan dunia nyata, serta mengasah kemampuan berpikir kritis dan komunikasi ilmiah. Berikut adalah langkah-langkah pelaksanaan aktivitas.

1. Guru membuka dengan cerita singkat atau tayangan visual mengenai seseorang yang mengalami gigantisme, kretinisme, atau diabetes insipidus. Lalu, guru mengajukan pertanyaan pemantik: "Apa yang terjadi jika tubuh kita menghasilkan hormon terlalu banyak atau terlalu sedikit?"
2. Peserta didik dibagi ke dalam kelompok kecil. Tiap kelompok diberi kebebasan memilih satu kasus ketidakseimbangan hormon dari daftar yang disediakan atau dari hasil penelusuran mandiri.
3. Guru memberi panduan agar kelompok menganalisis:
   - nama gangguan dan gejalanya,
   - hormon yang terlibat,
   - kelenjar endokrin yang terganggu dan fungsinya,
   - dampak gangguan terhadap tubuh manusia, dan
   - solusi medis atau penanganannya.
4. Peserta menyusun informasi dalam bentuk presentasi (salindia/*slide*, poster, atau infografik) dan menampilkan hasilnya di depan kelas.
5. Guru memfasilitasi sesi tanya jawab dan diskusi antarkelompok. Tanggapan dan pertanyaan diarahkan untuk menggali lebih dalam penyebab dan akibat gangguan hormon, serta relevansinya dalam kehidupan nyata.
6. Untuk memberikan nuansa menyenangkan, guru dapat menambahkan penghargaan simbolik bagi presentasi yang paling informatif, menarik, atau kreatif.

Aktivitas 1.10 Ayo Refleksi

Kegiatan ini merupakan aktivitas penutup subbab yang bertujuan mengintegrasikan pengetahuan, pengalaman, dan nilai-nilai yang diperoleh peserta didik selama mempelajari sistem koordinasi manusia. Guru berperan sebagai fasilitator yang memancing dialog reflektif dan suasana kelas yang mendukung. Berikut adalah langkah-langkah pelaksanaannya.

1. Guru membuka sesi dengan suasana tenang dan menyenangkan, lalu menjelaskan bahwa aktivitas ini bertujuan mengajak peserta didik merenungkan apa yang telah dipelajari dan bagaimana hal itu berdampak pada diri mereka.
2. Guru membagikan lembar refleksi atau menampilkan pertanyaan reflektif di papan tulis. Peserta diminta menjawab secara individu dengan jujur, tidak ada jawaban benar atau salah.
3. Setelah peserta mengisi lembar refleksi, guru mengajak beberapa peserta didik untuk berbagi jawabannya secara sukarela. Hal ini bisa dilakukan dalam bentuk lingkaran diskusi kecil.
    - Guru mengaitkan jawaban peserta didik dengan realitas kehidupan, pentingnya kesehatan, dan tanggung jawab personal.
    - Guru mendorong apresiasi terhadap jawaban teman.
4. Guru menutup dengan menyampaikan bahwa refleksi adalah awal dari perubahan kecil menuju gaya hidup yang lebih sehat dan bijaksana terhadap tubuh sendiri.
5. Jika memungkinkan, guru membuat "Pohon Refleksi" di kelas—tempat peserta didik menempelkan catatan kecil berisi satu kebiasaan sehat yang akan mulai dilakukan minggu ini.

Subbab B. Homeostasis

Tabel 1.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 1.11 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Merefleksi	Menunjukkan pemahaman mendalam dan kritis, mampu menggeneralisasi konsep, menciptakan wawasan baru, mengevaluasi informasi, serta menerapkan pengetahuan pada situasi kompleks dan baru
Aktivitas 1.12 Ayo Amati	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis
	Merefleksi	Menunjukkan pemahaman mendalam dan kritis, mampu menggeneralisasi konsep, menciptakan wawasan baru, mengevaluasi informasi, serta menerapkan pengetahuan pada situasi kompleks dan baru

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab B.

Aktivitas 1.11 Ayo Selidiki

Dalam aktivitas ini, peserta didik akan melakukan eksperimen untuk mengamati pengaruh suhu lingkungan terhadap produksi keringat dan memahami pentingnya mengganti cairan tubuh yang hilang selama proses tersebut. Tujuan kegiatan ini adalah mengidentifikasi pengaruh suhu lingkungan terhadap produksi keringat dan menjelaskan fungsi keringat dalam menjaga suhu tubuh (termoregulasi). Berikut adalah langkah-langkah kegiatannya.

1. Guru membuka aktivitas dengan menjelaskan pentingnya produksi keringat dalam mengatur suhu tubuh manusia. Guru dapat memberi contoh situasi nyata (misalnya saat berolahraga) dan menjelaskan gejala dehidrasi yang dapat muncul bila cairan tubuh tidak tergantikan.
2. Peserta didik dibagi ke dalam kelompok kecil untuk melaksanakan eksperimen di dua kondisi: ruangan sejuk dan panas. Tiap kelompok melakukan aktivitas fisik (lompat tali, jogging, dll), mencatat suhu ruangan, jumlah keringat yang keluar, dan jika memungkinkan, berat badan sebelum dan sesudah aktivitas.
3. Guru memandu peserta didik untuk mengamati perbedaan jumlah keringat yang dihasilkan pada dua kondisi dan mendiskusikan hasilnya. Diskusi difokuskan pada fungsi keringat, proses termoregulasi, dan dampak kekurangan cairan tubuh setelah aktivitas fisik.
4. Guru mengajak peserta didik merefleksikan pengalamannya secara personal. Refleksi bisa dilakukan melalui pertanyaan pemantik seperti: “Apa yang kamu rasakan setelah banyak berkeringat?”, “Apa saja cara yang bisa dilakukan untuk mengganti cairan tubuh?”, dan “Apa pelajaran yang bisa kamu ambil dari kegiatan ini?”

Aktivitas 1.12 Ayo Amati

Aktivitas ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami pentingnya keseimbangan cairan tubuh sebagai bagian dari sistem ekskresi dan homeostasis. Dengan mengamati perubahan warna urine dan mencatat asupan cairan sepanjang hari, peserta didik belajar mengenali sinyal alami dari tubuh terkait status hidrasi mereka. Melalui kegiatan ini, mereka tidak hanya melatih keterampilan pengamatan dan pencatatan data, tetapi juga membangun kesadaran terhadap gaya hidup sehat yang mendukung fungsi organ ekskresi. Langkah-langkah kegiatan adalah sebagai berikut.

1. Guru membuka aktivitas dengan menjelaskan pentingnya menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh. Guru memantik kesadaran dengan pertanyaan seperti, "Pernahkah kamu merasa lelah atau sakit kepala karena kurang minum air?" atau "Tahukah kamu bahwa warna urine bisa menunjukkan kondisi tubuhmu?" Penjelasan ini ditujukan agar peserta didik menyadari peran ginjal dan urine dalam proses pengaturan cairan.
2. Peserta didik melakukan pengamatan mandiri berdasarkan berat badan dan konsumsi cairan. Guru membimbing peserta didik untuk menimbang berat badan masing-masing, menghitung kebutuhan cairan harian dengan rumus sederhana (40 ml × berat badan), lalu memantau aktivitas minum air dan buang air kecil sepanjang hari. Peserta didik mencatat waktu, jumlah air minum, warna urine (menggunakan infografik), dan jumlah urine yang dikeluarkan.
3. Guru memfasilitasi diskusi kelas untuk membandingkan dan menganalisis data peserta didik. Diskusi difokuskan pada pertanyaan seperti: "Apakah kebutuhan cairan harianmu tercukupi?", "Kapan warna urine cenderung lebih pekat?", dan "Apa dampaknya jika kamu tidak cukup minum?" Guru juga menjelaskan bagaimana ginjal membantu menjaga homeostasis dan mencegah dehidrasi.
4. Guru mengajak peserta didik merefleksikan pengalaman pribadinya. Refleksi diarahkan pada kebiasaan hidrasi masing-masing, misalnya dengan pertanyaan: "Apa yang akan kamu ubah dari pola minum setelah aktivitas ini?" atau "Bagaimana kamu akan menjaga kesehatan ginjalmu mulai sekarang?". Guru menciptakan suasana santai agar peserta didik merasa nyaman berbagi.

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi pada materi sistem koordinasi dan homeostasis dapat dimulai dengan diferensiasi **konten**, yaitu guru menyediakan materi dengan berbagai tingkat kompleksitas dan media. Misalnya, untuk peserta didik dengan kemampuan dasar, disediakan ringkasan konsep tentang sistem saraf, hormon, dan mekanisme homeostasis dalam bentuk bagan sederhana atau video animasi. Sementara itu, peserta didik dengan kemampuan lebih tinggi dapat diberi bacaan tambahan berupa artikel ilmiah populer atau studi kasus gangguan homeostasis yang lebih kompleks, seperti diabetes atau hipertiroidisme, sehingga mereka dapat menantang diri dengan analisis mendalam.

Selanjutnya, diferensiasi dapat dilakukan pada **proses** belajar. Peserta didik yang lebih suka belajar secara visual dapat mengamati simulasi atau gambar kerja organ saraf dan endokrin. Sedangkan peserta didik yang memiliki karakteristik kinestetik dapat melakukan eksperimen sederhana seperti uji refleks, pengukuran denyut jantung sebelum dan sesudah olahraga, atau percobaan sensasi kulit. Bagi peserta didik dengan kecenderungan kolaboratif, guru dapat menugaskan diskusi kelompok tentang peran hormon dalam menjaga homeostasis, sementara peserta didik yang lebih mandiri dapat mengerjakan studi kasus individu dengan menuliskan analisis.

Akhirnya, diferensiasi juga dilakukan pada **produk** pembelajaran. Peserta didik diberi pilihan untuk menunjukkan pemahaman mereka melalui berbagai bentuk hasil karya. Misalnya, sebagian peserta didik dapat membuat poster interaktif tentang mekanisme homeostasis, yang lain dapat menyusun laporan praktikum atau presentasi digital. Sementara peserta didik dengan minat literasi tinggi dapat menulis esai reflektif tentang pentingnya gaya hidup sehat dalam menjaga sistem koordinasi tubuh. Dengan strategi ini, setiap peserta didik dapat belajar sesuai gaya, minat, dan kemampuannya, tetapi tetap mencapai tujuan pembelajaran yang sama.

3. Miskonsepsi/Materi Sensitif

Dalam mempelajari sistem koordinasi, salah satu miskonsepsi yang sering muncul adalah anggapan bahwa semua gerakan otomatis merupakan refleks. Padahal tidak semua demikian, misalnya berjalan adalah gerak otomatis hasil pembelajaran, bukan refleks murni. Selain itu, peserta didik mungkin salah

paham bahwa otak tidak terlibat sama sekali dalam gerak refleks. Padahal otak tetap menerima informasi meskipun respons awal dikendalikan sumsum tulang belakang. Untuk memitigasi hal ini, guru dapat menggunakan simulasi atau eksperimen sederhana uji refleks dan membandingkannya dengan gerakan otomatis lain, serta menekankan peran otak dalam kesadaran.

Pada sistem indra dan hormon, miskonsepsi yang juga mungkin terjadi adalah peserta didik menganggap indra bekerja terpisah tanpa keterlibatan otak, misalnya hidung langsung mengenali bau atau lidah hanya bisa merasakan rasa tertentu di bagian tertentu saja. Ada pula pemahaman keliru bahwa satu hormon hanya berfungsi untuk satu hal, padahal hormon memiliki efek jamak pada berbagai sistem tubuh. Mitigasi dilakukan dengan menampilkan model interaktif atau video yang memperlihatkan jalur saraf dan endokrin, serta memberikan contoh nyata seperti bagaimana insulin memengaruhi kadar gula sekaligus metabolisme energi tubuh.

Dalam memahami homeostasis, miskonsepsi yang umum terjadi misalnya anggapan bahwa sistem saraf, hormon, dan indra bekerja secara terpisah, atau bahwa homeostasis berarti kondisi tubuh selalu tetap tanpa variasi. Padahal, homeostasis merupakan hasil integrasi berbagai sistem tubuh untuk menjaga kestabilan dinamis. Mitigasinya adalah melalui studi kasus, seperti respons tubuh terhadap olahraga atau stres, sehingga peserta didik melihat bagaimana detak jantung, hormon, dan suhu tubuh berubah sementara tetapi tetap dalam kendali sistem koordinasi. Dengan demikian, peserta didik dapat memahami bahwa homeostasis bukan kondisi statis, melainkan keseimbangan yang dinamis dan adaptif.

4. Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3)

Dalam melaksanakan aktivitas pembelajaran bab ini, keselamatan kerja harus menjadi perhatian utama agar peserta didik dapat belajar dengan aman dan nyaman. Guru perlu menekankan prosedur keselamatan sejak awal, misalnya dengan mengingatkan peserta didik untuk menjaga kebersihan tangan sebelum dan sesudah praktik, menggunakan alat peraga atau bahan dengan hati-hati, serta memastikan semua aktivitas dilakukan di ruang yang aman dan terkendali. Untuk aktivitas yang melibatkan pengamatan tubuh sendiri (seperti uji pengecap, penciuman, dan pengukuran produksi keringat), peserta didik perlu menggunakan bahan yang aman, tidak berbahaya, dan sudah disetujui guru.

Selain itu, guru perlu memastikan bahwa alat-alat sederhana seperti penggaris, tusuk gigi, atau wadah air digunakan dengan benar dan tidak membahayakan. Misalnya, tusuk gigi harus digunakan dengan ujung yang tumpul, tidak diarahkan ke wajah atau mata, serta sekali pakai untuk menjaga higienitasnya. Bahan uji rasa dan bau harus berasal dari bahan makanan atau benda sehari-hari yang aman, tidak mengandung zat kimia berbahaya, dan tidak memicu alergi pada peserta didik. Guru dapat menanyakan terlebih dahulu kepada peserta didik mengenai riwayat alergi atau kondisi kesehatan tertentu agar risiko dapat diminimalkan.

Sedangkan pada aktivitas fisik (seperti uji keringat pada kondisi panas atau dingin), guru harus memastikan bahwa peserta didik melakukannya secara wajar, tidak berlebihan, dan menghentikan percobaan bila peserta didik merasa lelah, pusing, atau tidak nyaman. Peserta didik harus selalu menjaga kecukupan cairan tubuh dengan minum air setelah praktik. Pengamatan urine hanya dilakukan melalui pencatatan warna secara visual tanpa kontak langsung dengan sampel, guna menjaga higienitas dan menghindari risiko kesehatan.

Terakhir, seluruh kegiatan harus dilakukan dengan sikap disiplin, kerja sama, dan tanggung jawab. Guru berperan aktif sebagai pengawas untuk memastikan bahwa aturan keselamatan diikuti oleh semua peserta didik. Peserta didik juga diajak untuk menjadikan keselamatan kerja sebagai kebiasaan dalam setiap aktivitas praktikum. Dengan demikian, mereka tidak hanya memahami konsep biologi, tetapi juga terbiasa menerapkan perilaku ilmiah yang aman, higienis, dan bertanggung jawab.

5. Asesmen Formatif

Berikut adalah beberapa inspirasi asesmen formatif yang dapat dilakukan guru. Guru dapat mengembangkan asesmen formatif lainnya sesuai dengan kebutuhan peserta didiknya masing-masing.

Aktivitas 1.1 Ayo Amati

Tabel 1.3 Rubrik Penilaian Kegiatan: Mengamati Gerak Refleks dan Gerak Sadar

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Kemampuan Mengamati Fenomena	Mengamati dengan sangat teliti, mencatat semua detail perbedaan gerak refleks dan sadar dengan jelas.	Mengamati dengan baik, mencatat sebagian besar detail fenomena.	Mengamati secara terbatas, hanya mencatat sebagian kecil fenomena.	Mengamati kurang teliti, hampir tidak ada detail yang tercatat.
Ketepatan Meng-identifikasi Perbedaan Refleks dan Gerak Sadar	Menyebutkan semua perbedaan mendasar (proses, kecepatan, keterlibatan otak/ sumsum tulang belakang) secara tepat.	Menyebutkan sebagian besar perbedaan dengan cukup tepat.	Menyebutkan hanya 1–2 perbedaan namun kurang lengkap/kurang tepat.	Tidak mampu mengidentifikasi perbedaan dengan benar.
Penjelasan Peran Otak dan Sumsum Tulang Belakang	Menjelaskan peran otak dan sumsum tulang belakang secara runtut, logis, dan lengkap.	Menjelaskan peran otak dan sumsum tulang belakang dengan cukup runtut namun kurang detail.	Menjelaskan secara singkat, ada bagian yang tidak tepat atau terlewat.	Tidak dapat menjelaskan peran otak maupun sumsum tulang belakang.
Kemampuan Menyampaikan Hasil Pengamatan (Komunikasi Ilmiah)	Menyampaikan hasil pengamatan dengan bahasa sangat jelas, terstruktur, menggunakan istilah ilmiah yang tepat.	Menyampaikan hasil dengan bahasa cukup jelas dan cukup terstruktur, istilah ilmiah sebagian tepat.	Menyampaikan hasil dengan bahasa sederhana, kurang terstruktur, istilah ilmiah terbatas.	Menyampaikan hasil dengan bahasa tidak jelas dan tidak terstruktur.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.2 Ayo Selidiki

Tabel 1.4 Rubrik Penilaian Percobaan: Mengukur Kecepatan Respons

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Ketepatan Melakukan Prosedur Percobaan	Melaksanakan semua langkah percobaan sesuai prosedur, rapi, tanpa kesalahan, serta menjaga keselamatan kerja	Melaksanakan sebagian besar prosedur dengan benar, hanya ada kesalahan kecil	Melaksanakan percobaan dengan beberapa kesalahan prosedur, tetapi percobaan masih dapat berjalan	Melaksanakan percobaan dengan banyak kesalahan prosedur sehingga hasil tidak valid
Keakuratan Mencatat Data	Mencatat semua hasil pengamatan (jarak jatuh penggaris, kondisi fokus/ tidak fokus) secara lengkap, teliti, dan sistematis (misal tabel)	Mencatat sebagian besar data dengan cukup lengkap dan teliti	Mencatat data tetapi tidak lengkap, ada kekeliruan dalam penulisan	Hampir tidak mencatat data atau data yang dicatat seluruhnya salah
Kemampuan Menganalisis Faktor yang Memengaruhi Respons	Menganalisis faktor-faktor (misalnya fokus, konsentrasi, kelelahan, distraksi) secara logis, runtut, dan berdasarkan data	Menganalisis faktor dengan cukup logis, tetapi kurang mendalam atau kurang runtut	Menganalisis faktor hanya sebagian, penjelasan kurang logis	Tidak mampu menganalisis faktor atau analisis tidak sesuai dengan data
Kesesuaian Kesimpulan dengan Data	Menyusun kesimpulan yang jelas, runtut, dan sepenuhnya sesuai dengan data hasil percobaan	Menyusun kesimpulan yang umumnya sesuai dengan data, meskipun kurang rinci	Menyusun kesimpulan yang sebagian sesuai dengan data, ada pernyataan tidak tepat	Kesimpulan tidak sesuai dengan data atau tidak membuat kesimpulan

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.3 Ayo Analisis

Tabel 1.5 Rubrik Penilaian: Pemodelan Mekanisme Penghantaran Impuls Saraf

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Kreativitas Memodelkan Mekanisme Saraf	Model sangat kreatif, menggunakan media atau metode yang inovatif, menarik, dan mudah dipahami; alur jelas menggambar-kan proses saraf.	Model cukup kreatif, media menarik dan cukup mudah dipahami, meskipun masih ada bagian yang kurang jelas.	Model sederhana, kreativitas terbatas, hanya sebagian proses saraf tergambar-kan.	Model kurang kreatif, sulit dipahami, dan tidak mampu menggambar-kan proses penghantaran saraf.
Ketepatan Membanding-kan Model dengan Kondisi Sebenarnya	Perbandingan sangat tepat, semua perbedaan dan keterbatasan model dengan kerja neuron dijelaskan jelas dan rinci.	Perbandingan cukup tepat, sebagian besar perbedaan dan keterbatasan dapat dijelaskan.	Perbandingan kurang tepat, hanya sebagian kecil perbedaan dijelaskan.	Tidak mampu membanding-kan model dengan kondisi sebenarnya.
Kemampuan Menjelaskan Sifat Presisi Sistem Saraf	Menjelaskan sifat presisi (kecepatan, ketepatan arah, dan koordinasi impuls) secara runtut, detail, dan sesuai konsep ilmiah	Menjelaskan sifat presisi dengan cukup jelas, meski ada bagian yang kurang rinci	Menjelaskan sifat presisi secara terbatas, ada kekeliruan konsep	Tidak mampu menjelaskan sifat presisi sistem saraf
Kemampuan Menyajikan Analisis Secara Logis	Analisis sangat runtut, logis, bahasa ilmiah jelas, mudah dipahami, dan terstruktur.	Analisis cukup runtut dan logis, meski ada bagian yang kurang sistematis.	Analisis kurang runtut, ada bagian yang membingung-kan atau tidak logis.	Analisis tidak logis, tidak runtut, dan sulit dipahami.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.4 Ayo Analisis

Tabel 1.6 Rubrik Penilaian: Uji Stroop (Konflik Persepsi)

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Ketepatan Melakukan Percobaan	Melaksanakan seluruh langkah percobaan sesuai prosedur dengan benar, disiplin, dan konsisten	Melaksanakan sebagian besar langkah dengan benar, hanya ada kesalahan kecil yang tidak mengganggu hasil	Melaksanakan percobaan dengan beberapa kesalahan prosedur yang memengaruhi hasil	Melaksanakan percobaan tidak sesuai prosedur sehingga hasil tidak valid
Kejelian Mencatat Hasil (Kesalahan & Waktu)	Mencatat seluruh hasil (jumlah kesalahan & waktu) secara lengkap, teliti, rapi, dan sistematis (misal tabel)	Mencatat sebagian besar hasil dengan cukup teliti dan sistematis	Mencatat hasil tetapi tidak lengkap, ada kesalahan atau catatan kurang rapi	Hampir tidak mencatat hasil atau hasil yang dicatat salah seluruhnya
Kedalaman Analisis tentang Konflik Persepsi dalam Otak	Menjelaskan konflik persepsi secara mendalam: keterlibatan perhatian selektif, gangguan antara informasi visual (warna) dan linguistik (kata), serta implikasinya	Menjelaskan konflik persepsi dengan cukup baik, meski belum mendalam atau masih ada bagian yang kurang lengkap	Menjelaskan konflik persepsi secara terbatas, hanya menyebutkan secara umum tanpa analisis detail	Tidak mampu menjelaskan konflik persepsi atau penjelasan tidak sesuai
Kesesuaian Penjelasan dengan Konsep Pemrosesan Multisensori	Penjelasan sangat tepat, runtut, sesuai dengan konsep ilmiah tentang pemrosesan multisensori (integrasi dan interferensi).	Penjelasan cukup sesuai dengan konsep ilmiah, meski ada bagian yang kurang runtut.	Penjelasan hanya sebagian sesuai dengan konsep, ada kekeliruan pemahaman.	Penjelasan tidak sesuai dengan konsep pemrosesan multisensori.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.5 Ayo Selidiki

Tabel 1.7 Rubrik Penilaian: Menentukan Arah Sumber Bunyi

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Ketelitian Menjalankan Percobaan	Melaksanakan percobaan sesuai prosedur dengan sangat teliti, konsisten, dan menjaga kondisi percobaan tetap terkontrol	Melaksanakan percobaan dengan cukup teliti, ada sedikit kesalahan yang tidak memengaruhi hasil utama	Melaksanakan percobaan dengan beberapa kesalahan yang memengaruhi sebagian hasil	Melaksanakan percobaan tidak sesuai prosedur, hasil tidak dapat digunakan
Kemampuan Menjelaskan Fungsi Koordinasi Kedua Telinga	Menjelaskan fungsi koordinasi kedua telinga secara jelas, lengkap (perbedaan intensitas dan waktu datangnya suara), serta sesuai konsep fisiologi pendengaran	Menjelaskan fungsi koordinasi kedua telinga dengan cukup tepat meski ada bagian yang kurang detail	Menjelaskan fungsi koordinasi kedua telinga secara singkat, sebagian kurang tepat	Tidak dapat menjelaskan fungsi koordinasi kedua telinga atau penjelasan salah seluruhnya
Kesesuaian Analisis dengan Konsep Gelombang Suara	Analisis hasil percobaan sangat tepat, runtut, dan sepenuhnya sesuai dengan konsep gelombang suara (arah datang, intensitas, frekuensi, perbedaan fase).	Analisis cukup tepat, sesuai sebagian dengan konsep gelombang suara, meski masih ada kekurangan.	Analisis terbatas, hanya menyinggung sebagian konsep gelombang suara.	Analisis tidak sesuai dengan konsep gelombang suara.
Kejelasan Menyampaikan Hasil Diskusi	Menyampaikan hasil diskusi secara sangat jelas, runtut, menggunakan istilah ilmiah yang tepat, dan mudah dipahami	Menyampaikan hasil diskusi dengan cukup jelas dan runtut, meskipun kurang detail	Menyampaikan hasil diskusi dengan bahasa sederhana, kurang runtut, dan istilah ilmiah terbatas	Menyampaikan hasil diskusi tidak jelas, tidak runtut, atau sulit dipahami

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.6 Ayo Selidiki

Tabel 1.8 Rubrik Penilaian: Mengenali Aroma dan Peran Otak

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Keakuratan Mengidentifikasi Aroma	Mengidentifikasi semua aroma dengan sangat tepat, cepat, dan konsisten.	Mengidentifikasi sebagian besar aroma dengan tepat, ada sedikit kesalahan.	Mengidentifikasi beberapa aroma dengan tepat, tetapi banyak kesalahan.	Tidak mampu mengidentifikasi aroma dengan benar.
Kemampuan Mengaitkan Bau dengan Pengalaman atau Konteks	Dapat mengaitkan setiap aroma dengan pengalaman/ ingatan/konteks secara jelas, relevan, dan mendalam.	Dapat mengaitkan sebagian aroma dengan pengalaman/ ingatan meski kurang detail.	Hanya mampu mengaitkan sedikit aroma dengan pengalaman/ ingatan secara umum.	Tidak dapat mengaitkan aroma dengan pengalaman atau konteks.
Pemahaman tentang Peran Korteks Olfaktori	Menjelaskan peran korteks olfaktori secara lengkap, runtut, dan sesuai konsep (terkait pengenalan bau dan hubungan dengan memori).	Menjelaskan peran korteks olfaktori dengan cukup benar, meski kurang detail.	Menjelaskan peran korteks olfaktori secara terbatas, ada kekeliruan konsep.	Tidak mampu menjelaskan peran korteks olfaktori atau penjelasan tidak sesuai.
Partisipasi Aktif dalam Diskusi	Sangat aktif berdiskusi, mengajukan ide/ pertanyaan, dan merespons teman dengan bahasa jelas dan sopan.	Aktif berdiskusi, sesekali mengajukan ide/pertanyaan atau menanggapi teman.	Partisipasi terbatas, hanya menjawab jika ditanya.	Tidak berpartisipasi dalam diskusi.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.7 Ayo Selidiki

Tabel 1.9 Rubrik Penilaian: Percobaan Pencicipan Rasa

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Ketepatan Melakukan Prosedur Percobaan	Melaksanakan semua langkah percobaan dengan benar, rapi, menjaga kebersihan, dan sesuai instruksi	Melaksanakan sebagian besar prosedur dengan benar, ada kesalahan kecil yang tidak mengganggu hasil	Melaksanakan percobaan dengan beberapa kesalahan prosedur sehingga sebagian hasil kurang tepat	Melaksanakan percobaan tidak sesuai prosedur, hasil tidak valid
Kejelian Membedakan Sensasi Rasa	Dapat membedakan seluruh rasa (manis, asin, pahit, asam, umami) dengan tepat dan konsisten	Dapat membedakan sebagian besar rasa dengan tepat, ada sedikit kesalahan	Hanya mampu membedakan sebagian rasa, banyak kesalahan dalam identifikasi	Tidak mampu membedakan rasa dengan benar
Kemampuan Menyimpulkan tentang Reseptor Rasa	Menyimpulkan dengan jelas dan tepat bahwa seluruh bagian lidah dapat merasakan semua rasa, bukan terbatas di area tertentu	Menyimpulkan cukup tepat, meski penjelasan masih kurang detail	Menyimpulkan secara terbatas, masih ada miskonsepsi tentang peta lidah	Tidak mampu menyimpulkan atau menyimpulkan salah
Pemahaman Peran Penciuman dalam Rasa	Menjelaskan dengan lengkap dan runtut bahwa sensasi rasa juga dipengaruhi oleh indera penciuman, memberi contoh relevan	Menjelaskan cukup tepat peran penciuman, meski kurang detail	Menjelaskan secara singkat, ada kekeliruan konsep	Tidak mampu menjelaskan peran penciuman dalam rasa

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.8 Ayo Selidiki

Tabel 1.10 Rubrik Penilaian: Uji Sensasi Kulit

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Ketepatan Melakukan Prosedur Percobaan	Melaksanakan semua langkah percobaan dengan benar, rapi, menjaga kebersihan, dan sesuai instruksi	Melaksanakan sebagian besar prosedur dengan benar, ada kesalahan kecil yang tidak mengganggu hasil	Melaksanakan percobaan dengan beberapa kesalahan prosedur sehingga sebagian hasil kurang tepat	Melaksanakan percobaan tidak sesuai prosedur, hasil tidak valid
Kejelian Membedakan Sensasi Rasa	Dapat membedakan seluruh rasa (manis, asin, pahit, asam, umami) dengan tepat dan konsisten	Dapat membedakan sebagian besar rasa dengan tepat, ada sedikit kesalahan	Hanya mampu membedakan sebagian rasa, banyak kesalahan dalam identifikasi	Tidak mampu membedakan rasa dengan benar
Kemampuan Menyimpulkan tentang Reseptor Rasa	Menyimpulkan dengan jelas dan tepat bahwa seluruh bagian lidah dapat merasakan semua rasa, bukan terbatas di area tertentu	Menyimpulkan cukup tepat, meski penjelasan masih kurang detail	Menyimpulkan secara terbatas, masih ada miskonsepsi tentang peta lidah	Tidak mampu menyimpulkan atau menyimpulkan salah
Pemahaman Peran Penciuman dalam Rasa	Menjelaskan dengan lengkap dan runtut bahwa sensasi rasa juga dipengaruhi oleh indera penciuman, memberi contoh relevan	Menjelaskan cukup tepat peran penciuman, meski kurang detail	Menjelaskan secara singkat, ada kekeliruan konsep	Tidak mampu menjelaskan peran penciuman dalam rasa

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.9 Ayo Analisis

Tabel 1.11 Rubrik Penilaian: Analisis Kasus Gangguan Hormon

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Kemampuan Memahami Kasus Gangguan Hormon	Memahami kasus dengan sangat baik; dapat menjelaskan latar belakang, gejala, serta keterkaitannya dengan sistem endokrin secara jelas.	Memahami kasus dengan baik, menjelaskan sebagian besar aspek meski ada detail yang kurang.	Memahami kasus secara terbatas, hanya menjelaskan sebagian kecil informasi.	Tidak memahami kasus atau penjelasan salah seluruhnya.
Ketepatan Meng-identifikasi Penyebab dan Dampak	Mengidentifikasi penyebab dan dampak gangguan hormon dengan tepat, lengkap, dan logis.	Mengidentifikasi penyebab dan dampak cukup tepat meskipun masih ada yang kurang rinci.	Mengidentifikasi sebagian penyebab dan dampak, namun ada kekeliruan konsep.	Tidak mampu mengidentifikasi penyebab dan dampak, atau jawabannya tidak sesuai.
Pemahaman tentang Peran Jamak Hormon dalam Tubuh	Menjelaskan dengan detail bahwa hormon bekerja saling terkait (sinergis/antagonis) dan berpengaruh pada banyak sistem tubuh.	Menjelaskan cukup baik peran jamak hormon, namun masih kurang lengkap.	Menjelaskan peran hormon secara terbatas, hanya menyinggung satu sistem.	Tidak memahami peran jamak hormon atau penjelasan tidak sesuai konsep.
Kedalaman Analisis Solusi/ Terapi	Mengajukan solusi/ terapi dengan analisis yang mendalam, logis, relevan (misalnya terapi medis, gaya hidup), serta mempertimbangkan efektivitasnya.	Mengajukan solusi/terapi cukup logis dan relevan, meski kurang mendalam.	Mengajukan solusi/terapi sederhana, tidak disertai penjelasan memadai.	Tidak mampu memberikan solusi/terapi atau solusi tidak relevan.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.10 Ayo Analisis

Tabel 1.12 Rubrik Penilaian: Refleksi Sistem Saraf, Hormon, dan Indra

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Kedalaman Refleksi	Refleksi sangat mendalam, menunjukkan pemahaman konsep ilmiah sekaligus kesadaran pribadi yang kritis dan bermakna.	Refleksi cukup mendalam, menunjukkan pemahaman konsep dengan baik meski belum sepenuhnya kritis.	Refleksi masih dangkal, hanya menyebutkan hal umum tanpa analisis mendalam.	Refleksi sangat terbatas, hanya mengulang informasi atau tidak relevan.
Kemampuan Menghubung-kan Konsep secara Integratif	Menghubungkan sistem saraf, hormon, dan alat indra secara utuh, runtut, dengan penjelasan keterkaitan yang jelas dan logis.	Menghubungkan sebagian konsep dengan cukup baik, meski belum sepenuhnya integratif.	Menghubung-kan konsep secara parsial, ada hubungan yang kurang jelas atau tidak logis.	Tidak mampu menghubungkan konsep, penjelasan terpisah-pisah atau keliru.
Kesadaran akan Pengaruh Gaya Hidup terhadap Sistem Koordinasi	Menunjukkan kesadaran tinggi tentang pengaruh gaya hidup (misalnya pola tidur, stres, nutrisi, olahraga) terhadap sistem koordinasi, lengkap dengan contoh.	Menunjukkan kesadaran cukup baik, menyebutkan pengaruh gaya hidup dengan penjelasan singkat.	Menunjukkan kesadaran terbatas, hanya menyebutkan secara umum tanpa penjelasan.	Tidak menunjukkan kesadaran akan pengaruh gaya hidup.
Kejelasan Menyampaikan Gagasan Pribadi	Menyampaikan gagasan reflektif dengan bahasa sangat jelas, runtut, terstruktur, dan mudah dipahami.	Menyampaikan gagasan cukup jelas dan runtut, meski ada bagian yang kurang terstruktur.	Menyampai-kan gagasan dengan bahasa sederhana, kadang tidak runtut atau ambigu.	Menyampaikan gagasan tidak jelas, tidak runtut, atau sulit dipahami.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.11 Ayo Selidiki

Tabel 1.13 Rubrik Penilaian: Contoh Nyata Homeostasis

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Partisipasi Aktif dalam Diskusi	Sangat aktif berkontribusi, mengajukan pertanyaan, memberikan ide relevan, dan membantu jalannya diskusi.	Cukup aktif, memberikan beberapa ide atau tanggapan meski belum konsisten.	Kurang aktif, hanya sedikit berbicara atau tanggapannya masih terbatas.	Tidak aktif sama sekali atau tidak berpartisipasi.
Ketepatan Mengaitkan Contoh dengan Konsep Homeostasis	Mengaitkan contoh nyata (olahraga, stres, suhu tubuh, dsb.) dengan konsep homeostasis secara tepat, jelas, dan logis.	Mengaitkan contoh nyata dengan konsep homeostasis secara cukup tepat, meski masih ada kekurangan.	Mengaitkan contoh nyata dengan konsep homeostasis secara terbatas atau kurang jelas.	Tidak mampu mengaitkan contoh nyata dengan konsep homeostasis.
Kemampuan Menjelaskan Homeostasis sebagai Keseimbangan Dinamis	Menjelaskan homeostasis secara runtut sebagai proses dinamis (melibatkan sistem saraf, hormon, umpan balik), dengan contoh lengkap.	Menjelaskan homeostasis cukup jelas sebagai keseimbangan dinamis, meski belum lengkap.	Menjelaskan homeostasis secara dangkal, hanya menyebutkan "keseimbangan tubuh" tanpa detail.	Tidak mampu menjelaskan makna homeostasis dengan benar.
Sikap Menghargai Pendapat Teman	Selalu menghargai pendapat teman, mendengarkan dengan baik, tidak memotong pembicaraan, dan menanggapi secara sopan.	Umumnya menghargai pendapat teman, meski kadang kurang konsisten.	Kadang kurang menghargai pendapat teman, misalnya tidak memperhatikan atau menyela.	Tidak menghargai pendapat teman, misalnya mengejek, mendominasi, atau mengabaikan.

Skor Akhir

- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

Aktivitas 1.12 Ayo Amati

Tabel 1.14 Rubrik Penilaian: Integrasi Sistem Koordinasi dan Homeostasis

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Struktur Presentasi yang Runtut	Struktur sangat jelas (pembukaan, isi, penutup), alur logis, mudah dipahami.	Struktur cukup jelas, ada alur meski kurang lancar.	Struktur kurang runtut, beberapa bagian tidak tersusun baik.	Tidak ada struktur, isi acak/tidak terarah.
Penguasaan Materi	Sangat menguasai materi, penjelasan tepat, mampu menghubungkan konsep koordinasi & homeostasis.	Menguasai materi cukup baik, hanya ada sedikit kekurangan detail.	Penguasaan terbatas, penjelasan dangkal atau kurang tepat.	Tidak menguasai materi, banyak kesalahan konsep.
Bahasa dan Penyampaian	Bahasa jelas, menarik, percaya diri, intonasi & gestur sesuai.	Bahasa cukup jelas, penyampaian baik meski kurang menarik.	Bahasa kadang tidak jelas, penyampaian monoton/ tidak percaya diri.	Bahasa tidak jelas, sulit dipahami audiens.
Keaktifan Menjawab Pertanyaan	Menjawab pertanyaan dengan tepat, jelas, logis, dan percaya diri.	Menjawab sebagian pertanyaan dengan cukup baik.	Jawaban terbatas, kurang tepat atau tidak lengkap.	Tidak mampu menjawab pertanyaan.
Kerja Sama (Jika Berkelompok)	Semua anggota aktif, tugas terbagi adil, kompak.	Sebagian besar anggota berperan, ada sedikit ketidakseimbangan.	Hanya sebagian kecil anggota aktif, pembagian tidak seimbang.	Tidak ada kerja sama, hanya 1–2 orang yang bekerja.

- Skor Akhir
- Skor Maksimal: 16
- Kategori Nilai:
  - 14–16 = Sangat Baik
  - 11–13 = Baik
  - 7–10 = Cukup
  - < 7 = Kurang

G. Sumatif

Asesmen sumatif ini ditujukan untuk mengevaluasi capaian pembelajaran peserta didik setelah menyelesaikan projek "Mengenal Penyakit Sistem Koordinasi Tubuh dan Cara Pencegahannya". Penilaian berfokus pada keterampilan berpikir kritis, kemampuan kolaboratif, komunikasi ilmiah, serta pemahaman terhadap konsep penyakit sistem koordinasi dan langkah pencegahannya.

Asesmen dilakukan secara menyeluruh terhadap proses dan produk akhir projek, baik dalam bentuk laporan tertulis maupun presentasi kelompok. Penilaian dirancang agar bersifat otentik, mengukur keterampilan abad ke-21, dan mendorong peserta didik untuk berkontribusi secara nyata dalam komunitas belajar.

Guru dapat mengembangkan kriteria penilaian sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Berikut adalah inspirasi penilaian sumatif yang dapat dilakukan untuk bab ini.

1. Pemahaman Konsep (30%)
    - Kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi jenis penyakit sistem koordinasi (saraf, indra, hormon)
    - Kejelasan penjelasan tentang penyebab, gejala, dan langkah pencegahan penyakit
    - Ketepatan pengelompokan dan analisis data hasil wawancara atau literatur
2. Kualitas Instrumen Survei (10%)
    - Relevansi dan kejelasan pertanyaan survei
    - Keterkaitan pertanyaan dengan tujuan pembelajaran
    - Kemampuan menyesuaikan pertanyaan berdasarkan kondisi lapangan
3. Laporan Tertulis (25%)
    - Struktur laporan lengkap (pendahuluan, metode, hasil, kesimpulan, dan saran).
    - Bahasa yang digunakan ilmiah, jelas, dan sistematis.
    - Ketepatan menyusun saran untuk masyarakat berdasarkan data
4. Presentasi dan Komunikasi (20%)
    - Kemampuan menyampaikan isi laporan dengan runtut dan menarik

- Penggunaan media presentasi yang mendukung (poster/*slide*/video)
- Respons terhadap pertanyaan atau diskusi dari kelompok lain.

5. Kolaborasi dan Partisipasi (15%)
   - Keterlibatan aktif semua anggota kelompok dalam proses penyelesaian projek.
   - Kemampuan bekerja sama, berbagi tugas, dan menyelesaikan konflik.
   - Disiplin dan tanggung jawab selama pelaksanaan projek.

Tabel 1.10 Deskripsi Penilaian (Rubrik Skor) Asesmen Sumatif

Skor	Kategori	Deskripsi
86–100	Sangat Baik	Menunjukkan pemahaman yang mendalam, laporan sangat sistematis, presentasi menarik, data akurat, dan semua anggota berkontribusi aktif.
71–85	Baik	Pemahaman cukup baik, laporan lengkap meski kurang sistematis, presentasi cukup jelas, partisipasi anggota relatif merata.
56–70	Cukup	Pemahaman kurang mendalam, laporan masih banyak kekurangan struktur dan analisis, presentasi kurang menarik, ada anggota yang kurang berkontribusi.
≤55	Perlu Bimbingan	Kesulitan memahami konsep, laporan tidak lengkap, presentasi tidak komunikatif, dan kurang kolaborasi dalam kelompok.

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A

1. Berikut nama-nama bagian yang dimaksud.

   A = Dendrit
   Fungsi: Menerima rangsang/impuls dari sel saraf lain atau reseptor dan menghantarkannya ke badan sel.

   B = Inti sel (nukleus)
   Fungsi: Mengatur seluruh aktivitas sel saraf termasuk sintesis protein dan .

C = Badan sel
Fungsi: Tempat inti sel berada, pusat metabolisme neuron, dan pengolah informasi awal.

D = Selubung mielin (*myelin sheath*, terdiri dari sel Schwann)
Fungsi: Melindungi akson, mempercepat penghantaran impuls saraf melalui mekanisme lompatan (saltatori).

E = Sel Schwann
Fungsi: Membungkus akson dengan mielin untuk mempercepat hantaran impuls, melindungi serta menutrisi akson, dan membantu regenerasi saraf bila cedera.

F = Nodus Ranvier
Fungsi: Celah antarselubung mielin, berperan mempercepat hantaran impuls saraf dengan memungkinkan lompatan impuls dari satu nodus ke nodus berikutnya.

G = Ujung akson (terminal akson/sinapsis)
Fungsi: Tempat pelepasan neurotransmiter untuk meneruskan impuls ke sel saraf lain, otot, atau kelenjar.

2. Urutan jalannya rangsang sampai diinterpretasikan (mata, hidung, telinga, lidah, kulit):
   Rangsang → reseptor sensorik khusus (retina pada mata, sel olfaktori pada hidung, sel rambut koklea pada telinga, kuncup pengecap pada lidah, reseptor pada kulit) → neuron sensorik (aferen) → sumsum tulang belakang/saraf kranial → otak (korteks sensorik sesuai organ indra) → rangsang diinterpretasikan menjadi penglihatan, penciuman, pendengaran, pengecapan, atau perabaan.

3. Kondisi mata pria dan lensa korektif:
   - Kondisi: Miopi (rabun jauh) ditandai tidak dapat membaca rambu lalu lintas yang umumnya jaraknya cukup jauh.
   - Lensa korektif: Lensa cekung (negatif) untuk memfokuskan bayangan benda agar tepat di retina.

4. Mekanisme respons spontan atlet panjat tebing (refleks):
    - Saat tergelincir, rangsang nyeri/tekanan diterima reseptor → impuls sensorik menuju sumsum tulang belakang → langsung direspons oleh neuron motorik ke otot tangan → tangan spontan mencengkeram batu (gerak refleks).
    - Setelah itu, impuls juga diteruskan ke otak sehingga atlet baru menyadari tangannya terluka.
    - Pentingnya mekanisme ini: gerak refleks memungkinkan tubuh bereaksi sangat cepat tanpa menunggu pemrosesan kesadaran di otak, sehingga melindungi manusia dari bahaya dan meningkatkan peluang keselamatan.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B

1. Jika homeostasis dalam tubuh manusia terganggu, maka keseimbangan internal tubuh tidak dapat dipertahankan sehingga berbagai fungsi organ menjadi tidak stabil. Akibatnya, proses fisiologis penting seperti pengaturan suhu, kadar gula darah, tekanan darah, dan keseimbangan cairan tubuh dapat terganggu. Jika tidak segera dikoreksi, kondisi ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan serius, misalnya dehidrasi, hipoglikemia, hipertensi, gangguan fungsi ginjal, bahkan kegagalan organ dan kematian. Dengan demikian, homeostasis sangat penting untuk menjaga tubuh tetap berada dalam kondisi optimal agar sel dan jaringan dapat berfungsi dengan baik.
2. Ketika seseorang sedikit minum, homeostasis cairan tubuh akan terganggu karena volume air dalam darah menurun. Kondisi ini terdeteksi oleh osmoreseptor di hipotalamus yang kemudian merangsang pelepasan hormon antidiuretik (ADH) dari kelenjar hipofisis posterior. ADH bekerja pada ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air sehingga urine yang dihasilkan menjadi lebih pekat dan volumenya sedikit. Selain itu, rasa haus akan muncul sebagai respons tubuh untuk mendorong seseorang minum lebih banyak. Mekanisme fisiologis ini bertujuan menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit agar tidak terjadi dehidrasi yang berbahaya.
3. Pada kasus hipotermia, tubuh pendaki gunung mengalami penurunan suhu inti di bawah normal akibat paparan udara dingin berkepanjangan. Tubuh berusaha mempertahankan homeostasis suhu dengan cara menggigil, yaitu kontraksi otot yang cepat untuk menghasilkan panas tambahan. Namun, ketika suhu tubuh terus menurun, metabolisme melambat sehingga fungsi saraf terganggu, ditandai dengan bicara cadel,

gagap, dan kesadaran menurun. Bibir berwarna kebiruan terjadi karena aliran darah lebih diprioritaskan ke organ vital sehingga suplai oksigen ke jaringan perifer berkurang. Denyut jantung melemah dan tidak teratur juga menjadi tanda bahwa suhu rendah mengganggu kerja otot jantung. Untuk menolong penderita hipotermia, langkah yang dapat dilakukan adalah segera memindahkannya ke tempat hangat, mengganti pakaian basah dengan yang kering, menyelimuti tubuh dengan selimut tebal atau kantong tidur, serta memberikan minuman hangat jika penderita masih sadar. Pertolongan cepat sangat penting karena hipotermia dapat berakibat fatal bila tidak segera ditangani.

4. Jika kadar kalsium dalam darah tubuh manusia turun secara drastis, maka kelenjar paratiroid segera mendeteksi kondisi tersebut dan mengeluarkan hormon parathormon (PTH). Hormon ini bekerja dengan beberapa cara sekaligus untuk mengembalikan kadar kalsium darah ke kondisi normal. Pertama, PTH merangsang sel-sel osteoklas pada tulang untuk memecah jaringan tulang sehingga ion kalsium dilepaskan ke dalam aliran darah. Kedua, PTH mengurangi pengeluaran kalsium melalui urine dengan meningkatkan reabsorpsi kalsium di ginjal, sehingga lebih banyak kalsium yang dipertahankan dalam tubuh. Selain itu, PTH juga merangsang ginjal untuk mengaktifkan vitamin D sehingga meningkatkan penyerapan kalsium dari makanan yang terjadi di usus. Dengan mekanisme terpadu tersebut, kadar kalsium dalam darah secara bertahap kembali naik hingga mencapai keadaan normal sehingga homeostasis dapat terjaga.

Uji Kompetensi

1. Saat pengendara melihat kucing, mata (reseptor) menangkap rangsangan dan mengirim impuls melalui neuron sensorik ke otak (sistem saraf pusat) untuk diproses. Otak merespons dengan mengirim impuls melalui neuron motorik ke otot kaki untuk menginjak rem. Respons otomatis tubuh terhadap stres (detak jantung meningkat, tubuh gemetar) dipicu oleh aktivasi sistem saraf simpatik dan pelepasan adrenalin dari kelenjar adrenal.
2. Gejala seperti menstruasi tidak teratur, mudah marah, lelah, dan jerawat berlebihan dapat menunjukkan gangguan hormon estrogen dan progesteron serta androgen. Ketidakseimbangan ini dapat berkaitan dengan sindrom ovarium polikistik (PCOS) atau stres hormonal. Estrogen dan progesteron mengatur siklus menstruasi. Sedangkan kelebihan androgen memengaruhi kulit (jerawat) dan emosi.

3. Selama bermain, suhu tubuh naik maka hipotalamus mendeteksi perubahan dan merangsang keringat untuk mendinginkan tubuh. Kehilangan cairan menyebabkan haus karena pelepasan hormon ADH/ *Antidiuretic Hormone* (dari hipotalamus melalui kelenjar hipofisis) untuk mempertahankan air di ginjal. Ini adalah bagian dari mekanisme homeostasis menjaga suhu dan cairan tubuh.
4. Diabetes insipidus disebabkan oleh defisiensi hormon ADH atau tidak responsifnya ginjal terhadap ADH. Hormon ini diproduksi oleh hipotalamus dan disekresikan oleh kelenjar hipofisis posterior. Tanpa ADH, ginjal tidak dapat menyerap kembali air sehingga menyebabkan poliuria (banyak buang air kecil) dan dehidrasi yang memicu rasa haus berlebihan dan kelelahan.
5. Stres menyebabkan aktivasi sistem saraf simpatik dan pelepasan hormon kortisol dari kelenjar adrenal. Ini menekan sistem imun, mengganggu tidur, menurunkan nafsu makan, dan memengaruhi suasana hati. Homeostasis terganggu karena tubuh terus berada dalam mode siaga tinggi. Bila berlangsung lama, sistem tubuh jadi kelelahan dan daya tahan menurun.

I. Tindak Lanjut

Setelah peserta didik menyelesaikan evaluasi akhir mengenai sistem koordinasi dan homeostasis, guru perlu melakukan tindak lanjut yang mencakup penguatan konsep dan pengembangan keterampilan reflektif. Guru dapat memulai dengan mengulas jawaban peserta didik melalui diskusi kelas untuk mengidentifikasi miskonsepsi umum, seperti perbedaan antara hormon ADH dan insulin, atau mekanisme kerja sistem saraf sadar dan otonom. Klarifikasi dilakukan dengan bantuan ilustrasi, video pendek, atau simulasi sederhana. Selain itu, peserta didik yang belum mencapai ketuntasan diberi bimbingan tambahan melalui latihan bertahap, diskusi kelompok kecil, atau penugasan visual untuk memperkuat konsep yang masih lemah.

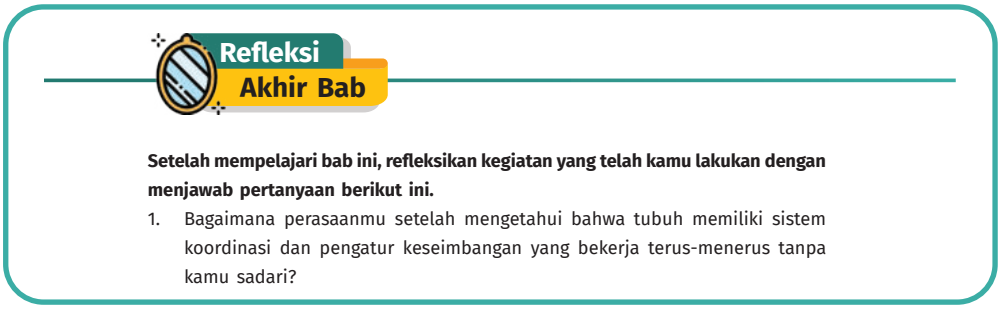
Sebagai bentuk pengayaan, peserta didik dapat diberi tugas membuat infografik atau video singkat tentang penyakit sistem koordinasi dan pencegahannya. Aktivitas interdisipliner juga dapat dilakukan dengan menghubungkan materi ini ke mata pelajaran lain, seperti menulis artikel di Bahasa Indonesia tentang stres akademik, atau membahas pentingnya olahraga terhadap keseimbangan hormon dalam PJOK. Untuk menumbuhkan kesadaran diri, peserta didik dapat menulis refleksi pribadi atau melakukan penilaian diri

dan teman sebaya. Kegiatan tindak lanjut juga dapat dikembangkan menjadi pameran kelas atau projek Hari Kesehatan. Peserta didik mempresentasikan hasil belajarnya kepada warga sekolah sebagai bentuk aplikasi nyata dari pembelajaran yang telah dilakukan. Selain memberi tantangan lain, guru juga dapat mengarahkan peserta didik yang sudah tuntas dalam mencapai tujuan pembelajaran untuk mempelajari pengayaan yang terdapat dalam Buku Siswa.

J. Refleksi

1. Refleksi Peserta Didik

Refleksi untuk peserta didik dapat dilihat dalam Buku Siswa, seperti Gambar 1.4 berikut.


Refleksi
Akhir Bab
Setelah mempelajari bab ini, refleksikan kegiatan yang telah kamu lakukan dengan menjawab pertanyaan berikut ini.
1. Bagaimana perasaanmu setelah mengetahui bahwa tubuh memiliki sistem koordinasi dan pengatur keseimbangan yang bekerja terus-menerus tanpa kamu sadari?

Gambar 1.4 Tangkapan Layar Refleksi Akhir Bab 1 pada Buku Siswa

Untuk melaksanakan kegiatan refleksi secara optimal, guru dapat memulai dengan menciptakan suasana kelas yang tenang dan nyaman agar peserta didik lebih mudah merenung dan mengekspresikan perasaannya. Guru menjelaskan bahwa refleksi ini merupakan bagian penting dari proses pembelajaran untuk membantu peserta didik memahami dampak pengetahuan terhadap kehidupan mereka sehari-hari. Pertanyaan-pertanyaan reflektif kemudian ditampilkan di papan tulis atau dibagikan dalam lembar refleksi. Peserta didik diminta menjawab secara jujur, dengan penekanan bahwa tidak ada jawaban benar atau salah, dan bahwa jawaban mereka akan digunakan untuk pengembangan diri, bukan penilaian akademik.

Setelah peserta didik mengisi lembar refleksi, guru dapat mengajak beberapa peserta didik untuk berbagi pemikirannya secara sukarela dalam diskusi kelompok kecil atau dalam forum kelas. Kegiatan ini dapat dipadukan dengan aktivitas simbolik seperti menempelkan catatan tempel/*sticky note* berisi "langkah kecil perubahan diri" pada papan harapan kelas. Guru

kemudian menutup sesi dengan menegaskan kembali pentingnya menghargai kerja tubuh, menjaga kesehatan sistem koordinasi, dan mengintegrasikan prinsip-prinsip keseimbangan dalam gaya hidup sehari-hari. Dengan refleksi ini, peserta didik tidak hanya memperkuat pemahaman kognitifnya, tetapi juga membentuk kesadaran pribadi yang berkelanjutan.

2. Refleksi Guru

Berikut adalah panduan pertanyaan refleksi bagi guru untuk melakukan refleksi akhir bab dari pembelajaran yang dilakukan. Guru sebaiknya melakukan refleksi berkelanjutan selama pembelajaran berlangsung.

a. Bagaimana pelaksanaan pembelajaran pada bab ini?
b. Keberhasilan apa yang menurut Bapak/Ibu telah dicapai peserta didik dan guru pada pembelajaran ini?
c. Adakah catatan khusus pada kondisi peserta didik selama pembelajaran?
d. Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kebutuhan khusus untuk diferensiasi kegiatan belajar? Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kemampuan memahami di luar ekspektasi?
e. Bagaimana perkembangan keterampilan inkuiri peserta didik dari penilaian-penilaian yang dilakukan?
f. Perbaikan dan modifikasi apa yang dapat dilakukan di masa yang akan datang?
g. Prinsip Pembelajaran Mendalam manakah yang masih perlu Bapak/Ibu kuatkan dalam bab ini?
h. Apa tantangan yang dihadapi dalam merancang pembelajaran dalam bab ini agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan?

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama menggunakan Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

1. Allott, A., and David Mindorff, *Oxford Resources for IB DP Biology: Course book* (1st ed.) (Oxford: Oxford University Press, 2023).
2. Campbell, Neil A., Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, and Jane B. Reece, *Biology: A Global Approach*, Eleventh edition, Global edition (Pearson, 2018).
3. Walpole, Brenda, *Biology for the IB Diploma* (2nd ed.) (Cambrigde: Cambridge University Press, 2011).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 2

Zat Aditif dan Zat Adiktif

A. Pendahuluan

Bab Zat Aditif dan Zat Adiktif terbagi atas dua subbab yakni zat aditif dan zat adiktif. Melalui pembelajaran zat aditif, peserta didik dapat mengenal dan merefleksikan kebiasaan mengonsumsi bahan-bahan tambahan pada makanan dan minuman, baik yang bersifat alami maupun buatan dalam kehidupan sehari-hari. Pembahasan mengenai jenis-jenis, keuntungan, dan dampak dari berbagai zat aditif diharapkan dapat menjadi pedoman bagi peserta didik untuk memperhatikan berbagai kandungan dalam asupan pangan yang dikonsumsinya bagi kesehatan diri maupun keluarganya. Hal ini dapat mendorong penurunan angka penderita penyakit-penyakit dalam masyarakat yang ditimbulkan dari konsumsi zat aditif berlebihan. Setelah peserta didik dewasa, mereka dapat mendorong keluarga mereka untuk terus hidup sehat dengan mengurangi konsumsi zat aditif, terutama yang dapat menimbulkan bahaya bagi anggota keluarganya. Pada bagian selanjutnya, peserta didik mempelajari zat-zat yang dapat menimbulkan kecanduan atau adiksi, baik secara ringan maupun yang lebih berat. Dengan mengeksplorasi berbagai contoh zat adiktif, ditinjau dari cara kerja dan efek yang ditimbulkannya serta kaidah hukum yang berhubungan dengan penyalahgunaannya, diharapkan peserta didik membangun kesadaran untuk menjauhkan diri dari narkotika, psikotropika, dan zat-zat adiktif lainnya.

Sepanjang bab, peserta didik akan mendapatkan pengalaman belajar yang melatih kemampuan keterampilan proses IPA, yaitu mengamati, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil. Dalam projek akhir bab, peserta didik juga akan membuat produk kampanye kreatif untuk mengajak orang lain hidup sehat dan menjauhi narkoba, yang akan diunggah pada media sosial peserta didik dan sekolah. Harapannya semakin banyak peserta didik yang menyadari pentingnya menjaga diri dan teman-temannya dari bahaya zat adiktif.

Tujuan pembelajaran yang akan dicapai setelah mempelajari bab ini adalah peserta didik dapat mengambil keputusan yang tepat untuk menghindari zat aditif dan adiktif yang membahayakan diri dan lingkungannya. Adapun indikator pencapaian tujuan pembelajaran dalam bab ini yaitu:

1. Mengomunikasikan hasil penelusuran informasi dari artikel, teks, video dan pengamatan melalui poster/infografik tentang zat aditif.
2. Menyusun peta pikiran untuk menemukan koneksi dan membandingkan berbagai zat aditif.
3. Membuat makanan atau minuman tradisional dan mengevaluasi penggunaan zat-zat aditif dalam produk pangan tersebut.
4. Merefleksikan pemahaman tentang zat aditif ke dalam konsumsi pangan sehari-hari untuk menentukan langkah lanjutan dari pembelajaran.
5. Menggali informasi tentang cara kerja zat aditif, jenis-jenis, dan efek jangka pendek maupun jangka panjang penyalahgunaannya.
6. Menciptakan kampanye kreatif antinarkoba melalui media sosial atau media visual yang relevan.

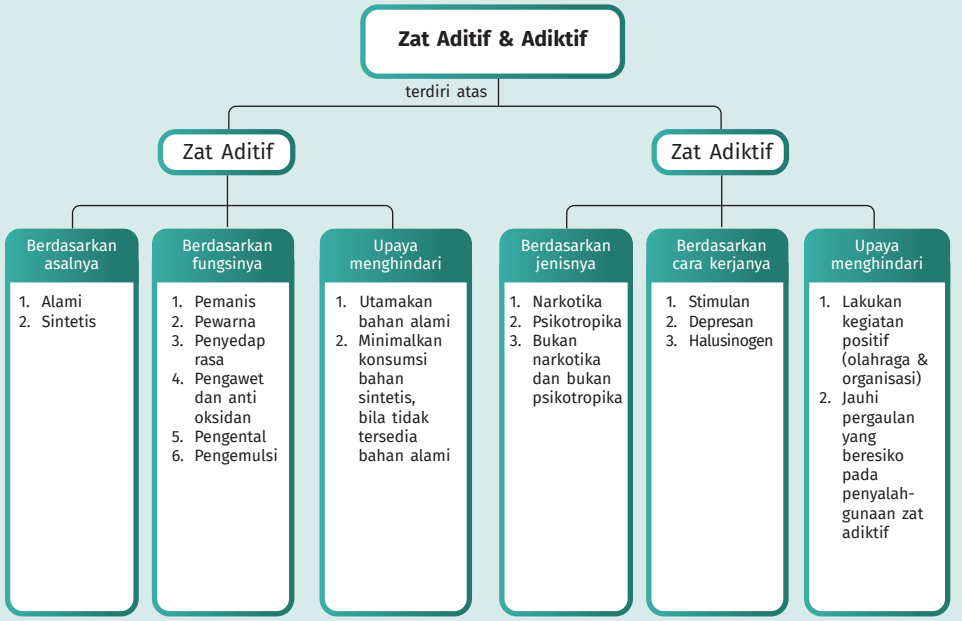
Bab ini bertujuan akhir pada pencapaian dimensi profil lulusan seperti berikut.

1. Kesehatan: Peserta didik didorong dengan kesadaran sendiri mengusahakan agar memiliki fisik yang sehat, bugar, dan mampu menjaga keseimbangan kesehatan mental dan fisik.
2. Kreativitas: Melalui pembuatan produk kampanye, peserta didik diharapkan mampu berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk mengajak orang lain melaksanakan upaya bersama.
3. Komunikasi: Melalui berbagai aktivitas bersama dalam kelompok maupun individual, peserta didik berlatih menyampaikan informasi, ide, dan pendapat dengan jelas, efektif, dan terstruktur, serta mampu mendengarkan dan memahami pendapat orang lain (komunikasi antarpribadi). Sedangkan melalui aktivitas reflektif, peserta didik juga mengembangkan kemampuan komunikasi intrapribadi.

Pokok materi yang akan dipelajari dalam bab ini adalah zat aditif dan zat adiktif.

Untuk memudahkan peserta didik memahami alur penyampaian materi, dalam Buku Siswa telah disediakan peta konsep. Berikut adalah peta konsep Bab Zat Aditif dan Zat Adiktif (Gambar 2.1).

Peta Konsep



Gambar 2.1 Peta Konsep Bab Zat Aditif dan Zat Adiktif

Pembelajaran dimulai dari zat aditif dahulu yang terdiri dari klasifikasi berdasarkan asal dan fungsi serta pemilihan zat aditif yang lebih baik untuk kesehatan. Selanjutnya subbab zat adiktif diawali dengan pengelompokan zat adiktif menurut jenis dan perbedaan cara kerja serta diakhiri dengan upaya menghindari penyalahgunaan zat adiktif. Sangat disarankan pembahasan bab ini dilaksanakan setelah peserta didik memahami sistem tubuh manusia, terutama yang berkaitan dengan pencernaan dan sistem saraf.

Alokasi waktu yang diusulkan untuk mempelajari bab ini adalah sekitar 24 JP. Guru diharapkan dapat mengatur waktu secara efisien sehingga proses pembelajaran berjalan baik agar tujuan pembelajaran yang dapat tercapai.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Pada kelas VIII, peserta didik telah mempelajari nutrisi dan sistem pencernaan, serta sistem peredaran darah. Selain itu, pada Bab 1 buku ini, peserta didik juga telah mempelajari tentang sistem koordinasi dan homeostasis. Materi-materi tersebut sangat relevan dengan bab ini. Peserta didik sangat diharapkan melakukan pengamatan dari keseharian dan lingkungannya dengan penuh semangat sehingga mereka menyadari kaitan erat antara materi yang dipelajari di sekolah dengan kehidupannya. Peserta didik juga mendapat kesempatan dalam membuat penganan tradisional dan mengevaluasi penggunaan zat-zat aditif di dalamnya. Dengan demikian, mereka memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual dan memiliki kesadaran untuk dapat berpikir kritis. Hal ini akan mendorong mereka untuk mengadakan perubahan, baik dalam diri sendiri, keluarga maupun komunitas untuk dapat hidup lebih sehat.

C. Kerangka Pembelajaran

1. **Praktik Pedagogis**

   Model pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning*). Peserta didik dilatih untuk terus mempertanyakan informasi yang diperolehnya guna memperdalam pemahamannya. Misalnya pada saat menemukan bahwa penggunaan zat aditif buatan menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia, fasilitasi peserta didik untuk melanjutkan pertanyaan, seperti: apa bahayanya, bagaimana bahaya tersebut bisa ditimbulkan, proses apa yang terlibat, bagaimana mengurangi efek tersebut, dan sebagainya. Berdasarkan hasil analisis guru sebelum pembelajaran mengenai karakteristik dan kebutuhan peserta didik, strategi pembelajaran yang dapat digunakan dapat berupa pembelajaran kontekstual, pembelajaran kolaboratif maupun berorientasi pada penyelesaian masalah.

2. **Kemitraan Pembelajaran**

   Dengan adanya komunikasi yang baik dengan orang tua, maka beberapa aktivitas pengamatan yang dilakukan di rumah, dapat dijalankan oleh peserta didik dengan dukungan orang tua. Bahkan terbuka kemungkinan

sebelum proses membuat penganan tradisional, orang tua diundang untuk menjadi sumber belajar. Terlebih jika para orang tua telah memiliki pengalaman mengolah kue-kue atau makanan tradisional. Orang tua dapat menceritakan pembuatan beberapa penganan tradisional. Peserta didik kemudian dapat mengkreasikan resep maupun bahan atau peralatan yang digunakan. Kemitraan di luar sekolah dan rumah sangat dianjurkan untuk dijalin antara guru dengan pihak lain yang memiliki pengalaman pengolahan makanan/minuman tradisional maupun mengadakan kunjungan ke sentra ekonomi tradisional kreatif di tempat masing-masing. Kemitraan pembelajaran ini dapat dilakukan sesederhana mungkin, sesuai kemampuan dan kondisi satuan pendidikan. Belajar di berbagai tempat membangun kesadaran bagi peserta didik bahwa pembelajaran dapat dilakukan di mana pun termasuk di sekitarnya, bukan hanya di sekolah. Sumber belajar pun beraneka ragam. Dengan demikian, diharapkan mereka tumbuh menjadi pembelajar aktif sepanjang hidup dan rendah hati untuk selalu mau belajar dari orang lain.

3. **Lingkungan Pembelajaran**

   Seperti telah dikemukakan pada bagian 2, pembelajaran dapat dilakukan di sentra usaha kecil menengah yang bergerak di bidang kuliner tradisional. Selain memperkuat pemahaman konsep, diharapkan peserta didik juga menumbuhkan kecintaan terhadap budaya dan kearifan lokal sehingga mereka mampu melestarikannya. Dengan semakin majunya teknologi informasi, apabila memungkinkan, interaksi dengan pihak luar juga dapat dilakukan secara dalam jaringan (*online*).

4. **Pemanfaatan Digital**

   Apabila sekolah memiliki sinyal internet yang baik, peserta didik perlu didorong untuk membuat poster atau vlog dengan menggunakan desain yang menarik maupun interaktif. Penggunaan kecerdasan artifisial (AI) untuk membantu memberikan ide-ide kreatif juga dapat dilakukan, sepanjang hasil-hasil yang diperoleh dari AI didiskusikan pengembangannya. Oleh karena itu, peserta didik perlu terus dikuatkan untuk menggunakan AI secara bijak.

D. Apersepsi

1. Untuk memulai bab ini, guru dapat meminta peserta didik memperhatikan gambar kover bab pada Buku Siswa. Peserta didik diminta untuk menerka apa itu zat aditif dan adiktif (dari judul bab) dengan mencermati gambar-gambar tersebut. Beberapa video berikut ini dapat digunakan apabila dibutuhkan.
   https://buku.kemdikbud.go.id/s/fjxeuo
   https://buku.kemdikbud.go.id/s/exfxb7
   https://buku.kemdikbud.go.id/s/uctrp4
2. Guru menggunakan kegiatan apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa seperti tercantum pada Gambar 2.2 atau menciptakan kegiatan lain yang dapat menarik perhatian dan minat peserta didik.

Di kelas VIII, kamu sudah belajar tentang nutrisi dalam makanan untuk mendukung kesehatan manusia. Masih ingatkah kamu dengan ungkapan "kamu adalah apa yang kamu makan?" Bayangkan pada saat kamu pulang sekolah, ada es teh di dalam gelas yang sangat menggiurkan, apalagi saat hari terasa sangat panas. Kamu langsung meminumnya. Namun, pada tegukan pertama kamu langsung berhenti karena merasakan pahitnya es teh yang rupanya belum ditambahkan gula. Gula membuat es teh kita terasa lebih manis sehingga lebih enak, bukan?

Bahan-bahan tertentu ditambahkan pada makanan kita dalam jumlah sedikit untuk membuat makanan lebih enak, mempercantik tampilan makanan, atau membuat makanan bertahan lebih lama? Bahan-bahan inilah yang dikenal sebagai zat aditif. Namun, apakah bahan-bahan tersebut bermanfaat bagi tubuh kita? Sebelum mulai belajar tentang zat aditif, bagaimana kalau kamu menyebutkan bahan-bahan tambahan yang terdapat dalam makanan dan minuman yang kamu konsumsi dari tadi pagi sampai saat ini?

Gambar 2.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 2 pada Buku Siswa

Kegiatan apersepsi yang ada di dalam Buku Siswa ini dapat dilakukan dalam bentuk *Think-pair-share*, maupun diskusi kelompok kecil mengenai bahan tambahan dalam makanan yang mereka konsumsi sejak pagi sampai saat pembelajaran atau sejak sehari yang lalu. Kemudian peserta didik juga berkomunikasi dengan orang-orang dewasa di sekitarnya untuk mendefinisikan zat aditif. Mereka juga dapat menggunakan teknologi kecerdasan buatan/AI.

3. Guru dapat mengembangkan bentuk alternatif apersepsi yang bervariasi sesuai dengan materi yang akan diajarkan sesuai kebutuhan peserta didik. Selain aktivitas apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa, guru juga dapat melakukan aktivitas-aktivitas berikut.
   a. Guru menggunakan gambar-gambar zat aditif yang diletakkan di atas meja peserta didik (peserta didik duduk berkelompok) tanpa memberikan panduan. Peserta didik mendiskusikan topik apa yang akan dipelajari sehubungan dengan gambar yang diamati peserta didik. Peserta didik juga menuliskan pertanyaan yang terlintas dalam benak mereka tentang topik tersebut.
   b. Peserta didik diminta menuliskan makanan dan minuman yang mereka konsumsi selama 1–2 hari terakhir. Salah seorang peserta didik menyebutkan 1 makanan yang ia tulis, kemudian guru menyebutkan salah satu zat aditif yang terkandung dalam makanan tersebut. Apabila sudah ada peserta didik yang dapat menebak zat aditif lainnya dalam makanan tersebut, maka ia menjadi pemberi petunjuk untuk makanan selanjutnya. Kemudian pindah lagi ke peserta didik yang lain sampai mereka menyadari petunjuk apa yang sedang dibicarakan tersebut.

Aktivitas apersepsi di atas hanyalah alternatif. Guru memiliki otoritas untuk memilih kegiatan apersepsi yang paling sesuai dengan kondisi dan kebutuhan peserta didik di kelasnya.

E. Formatif Awal

Aktivitas formatif awal ditunjukkan pada tangkapan layar Buku Siswa yang terdapat pada Gambar 2.3 berikut ini.

Aktivitas 2.1 **Ayo Amati**

Buatlah jurnal makanan dan minuman yang kamu konsumsi selama 3 hari, baik makanan yang dimasak sendiri maupun makanan kemasan. Dengan membuat jurnal ini kamu dapat mengidentifikasi zat-zat aditif yang kita masukkan ke dalam tubuh kita. Jurnalmu dapat dibuat dalam bentuk tabel maupun bentuk lain yang memuat informasi berikut ini.

1. Waktu makan (jam berapa)
2. Nama makanan/minuman
3. Bahan baku utama
4. Zat-zat aditif yang terdapat dalam makanan itu, asalnya (alami atau buatan), dan kegunaan masing-masing.

Gambar 2.3 Tangkapan Layar Aktivitas 2.1 Bab 2 pada Buku Siswa

Aktivitas formatif awal dalam Buku Siswa tersebut dilakukan secara individual sehingga menjadi dasar bagi guru untuk mengetahui pemahaman awal peserta didik. Alternatif lain untuk formatif awal adalah sebagai berikut.

1. Guru menyiapkan pertanyaan-pertanyaan penuntun untuk dibahas dalam kelompok kecil. Tiap kelompok memperoleh sistem pada manusia yang berbeda yang berkaitan dengan konsep prasyarat, yaitu: sistem pencernaan, sirkulasi manusia, koordinasi dan homeostasis. Pertanyaan dari guru berupa organ dan/atau kelenjar yang berhubungan dengan sistem tersebut serta nama-nama penyakit yang berhubungan dengan sistem-sistem tersebut. Guru dapat mengarahkan pada gangguan atau penyakit yang berkaitan dengan topik zat aditif dan zat adiktif. Peserta didik berdiskusi dan menyampaikan hasil diskusinya yang dapat diberi masukan oleh kelompok lainnya. Apabila ada miskonsepsi yang berkembang, guru memberikan klarifikasi.
2. Guru dapat berdiskusi mengenai capaian keterampilan proses yang telah dibangun oleh peserta didik pada kelas sebelumnya dengan berdiskusi bersama guru kelas VIII. Hal ini berguna untuk mengetahui informasi keterampilan proses yang telah dikuasai oleh peserta didik dan yang masih perlu pengembangan dan penguatan, baik dalam satu kelas maupun per individu peserta didik.
3. Apabila belum pernah dilakukan sebelumnya, guru juga perlu melakukan formatif awal nonkognitif untuk memilih metode belajar yang paling sesuai dan pendekatan pembelajaran yang lebih efektif digunakan sesuai kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Contohnya dengan kuesioner tentang kecerdasan ganda atau cara belajar terbaik peserta didik (audio, visual, kinestetik maupun berkelompok atau bekerja secara mandiri, mengulang-ulang materi dengan membaca atau berdiskusi bersama teman, dll).

Saat menyusun formatif awal kognitif, sebaiknya guru memberikan contoh-contoh gambar yang sering dijumpai oleh peserta didik sehingga membangkitkan rasa keingintahuan dalam diri peserta didik. Hal penting dari penilaian formatif awal adalah bentuk tindak lanjut dalam pembelajaran ke depannya. Oleh karena itu, guru perlu mencatat hasil penilaian formatif dan menunjukkan relevansi antara hasil penilaian tersebut dengan metode pembelajaran maupun contoh-contoh serta aktivitas belajar yang akan dilakukan.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Subbab A. Zat Aditif

Tabel 2.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 2.2 Ayo Komunikasikan	Memahami (Pengetahuan esensial)	Menstimulasi proses berpikir peserta didik
	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/ atau kehidupan sehari-hari
	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
Aktivitas 2.3 Ayo Analisis	Memahami (pengetahuan aplikatif)	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/ atau kehidupan sehari-hari
	Merefleksi	Menerapkan strategi berpikir
Aktivitas 2.4 Ayo Komunikasikan	Memahami (pengetahuan nilai dan karakter)	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/ atau kehidupan sehari-hari
	Mengaplikasi	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain
	Merefleksi	Memiliki kemampuan metakognisi, yaitu kemampuan untuk meregulasi diri dalam pembelajaran
Aktivitas 2.5 Ayo Komunikasikan	Memahami (pengetahuan esensial)	• Menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya • Menstimulasi proses berpikir peserta didik
Aktivitas 2.6 Ayo Refleksi	Mengaplikasi	Membuat makanan tradisional untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang zat aditif
	Merefleksi	Merefleksikan jenis zat aditif dalam makanan dan minuman yang telah dikonsumsi selama 2 hari dalam hubungannya dengan kesehatan

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab A.

Aktivitas 2.2 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini dapat menjadi penilaian formatif. Adapun langkah-langkah melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

- Guru membagi peserta didik dalam 7 kelompok. Setiap kelompok memperoleh 1 jenis zat aditif yang berbeda dari kelompok lainnya. Guru dapat menggunakan undian untuk dipilih oleh peserta didik. Ada 7 jenis zat aditif: pemanis, pewarna, penyedap, pengawet,antioksidan, pengental, dan pengemulsi. Guru dapat menyediakan berbagai sumber belajar selain buku teks, misalnya buku-buku/ensiklopedia yang berkaitan dengan jenis-jenis zat aditif, sumber artikel atau jika memungkinkan sumber digital berupa video pembelajaran. Guru juga dapat memberikan panduan yang lebih spesifik mengenai informasi yang dicari, misalnya: definisi, contoh alami maupun buatan, makanan/minuman yang mengandung jenis zat aditif tersebut, serta akibat penggunaan zat aditif yang alami dan buatan.
- Peserta didik berdiskusi mengenai pilihan media presentasi yang akan digunakan. Sebaiknya mereka diberikan kebebasan untuk memilih bentuk poster, infografik, blog, vlog, drama atau bahkan dalam bentuk lagu.
- Peserta didik mempersiapkan bahan presentasi. Guru berkeliling dalam setiap kelompok untuk memastikan semua aspek telah dimasukkan dalam bahan presentasi, termasuk gambar dan data sumber referensi. Peserta didik kemudian mempresentasikan informasi mereka. Pada saat presentasi, peserta didik yang menyaksikan dapat membuat catatan pada hal-hal penting yang dijelaskan.

Aktivitas 2.3 Ayo Analisis

Aktivitas ini dilakukan sesuai tahapan yang terdapat pada Buku Siswa. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah peserta didik dapat membedakan makanan yang mengandung pewarna berbahaya sehingga mereka dapat menghindarinya. Apabila koneksi internet tidak selalu baik, guru dapat mengunduh video sebelum kelas dimulai agar dapat ditonton bersama. Alternatif lainnya adalah peserta didik bekerja secara berpasangan atau dalam kelompok kecil (2 orang) untuk menyaksikan salah satu video saja,

mencatat hal penting dan menuliskan kesimpulan berupa langkah-langkah untuk melindungi diri dari zat pewarna tersebut. Kemudian mereka saling bertukar kelompok dan menceritakan video yang telah ditonton serta catatan mereka masing-masing secara bergantian.

Aktivitas 2.4 Ayo Komunikasikan

Dalam aktivitas ini, peserta didik mencermati suatu artikel mengenai penggunaan boraks dan formalin dalam makanan. Melalui kegiatan ini diharapkan mereka memahami ciri-ciri dan bahaya penggunaan kedua pengawet tersebut dalam makanan sehingga mereka dapat mengomunikasikan cara menghindarinya. Guru dapat memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan artikel agar peserta didik dapat mengembangkan literasi sains mereka. Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan, misalnya:

a. Boraks biasanya digunakan untuk apa?
b. Apa saja sifat-sifat dari formalin dan biasanya digunakan untuk apa?
c. Makanan apa saja yang ditambah pengawet boraks dan apa bedanya dengan yang tidak ditambah boraks?
d. Bagaimana membedakan makanan yang mengandung formalin dan yang tidak? Uraikan perbedaan pada mi basah, tahu, daging, ikan segar, dan ikan asin!
e. Apakah bahaya penggunaan boraks dan formalin bagi kesehatan manusia?
f. Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan, apakah sanksi bagi orang yang memproduksi dan mengedarkan makanan yang mengandung pengawet boraks dan formalin? Apakah menurutmu sanksi tersebut sudah cukup? Berikan alasanmu!

Aktivitas 2.5 Ayo Komunikasikan

Setelah menyaksikan presentasi dari setiap kelompok, peserta didik membuat peta pikiran sebagai ringkasan dari semua jenis zat aditif yang telah dibahas. Kegiatan ini dapat menjadi salah satu penilaian formatif. Sebelum memulai membuat peta pikiran, guru bersama peserta didik mendiskusikan aspek apa saja yang perlu dinilai serta deskripsi untuk setiap aspek tersebut aeperti belum berkembang, cukup berkembang, berkembang, dan mahir. Peserta didik dapat

menambahkan gambar pada peta pikirannya dengan menggunakanspidol atau pensil warna agar lebih menarik. Agar dapat mencakup semua informasi, sebaiknya mereka menggunakan 2 kertas A4 yang digabungkan. Setelah peserta didik membuat peta pikiran, mereka dapat menggunakan kriteria penilaian yang disepakati bersama untuk menilai peta pikiran mereka sendiri maupun teman mereka. Hal ini diharapkan dapat menumbuhkan karakter terbuka terhadap masukan, mengapresiasi dan memberikan masukan dengan santun, berintegritas, dan sportif dalam menilai.

Aktivitas 2.6 Ayo Refleksi

Peserta didik menilai kualitas konsumsi makanan dan minuman mereka selama 2 hari sebelumnya dan 2 hari setelah pertemuan. Kegiatan dilakukan dengan cara mengkategorikan setiap makanan/minuman ke dalam kategori belum sehat sampai dengan sangat sehat. Setelah pembahasan subbab ini, peserta didik diharapkan mengonsumsi makanan yang lebih sehat dibanding sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran telah tercapai yaitu peserta menyadari dan berkomitmen untuk mengaplikasikan pemahaman dalam pemilihan bahan pangan yang mereka konsumsi untuk menjaga kesehatan mereka.

Mereka juga, dalam kelompok 4-5 orang, membuat modifikasi pangan lokal dengan pemilihan zat aditif sesuai pemahaman yang telah dikembangkan. Tahapan dimulai dari perencanaan tiap kelompok yang diperiksa oleh guru. Apabila guru telah menyetujui, ditandai dengan paraf yang diberikan, kelompok tersebut dapat memulai pembuatan penganan tersebut. Guru dapat memberikan perbaikan atau masukan bila diperlukan.

Subbab B. Zat Adiktif

Tabel 2.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 2.7 Ayo Selidiki	Memahami (Pengetahuan esensial)	Menstimulasi proses berpikir peserta didik

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab B.

Aktivitas 2.7 Ayo Selidiki

Untuk menumbuhkan pemahaman peserta didik terhadap zat-zat adiktif, mereka mencari informasi mengenai zat-zat adiktif tertentu yang telah dicantumkan pada Buku Siswa. Informasi mencakup pengelompokan berdasarkan jenis dan cara kerja serta dampak penggunaan dalam jangka pendek dan jangka panjang. Penelusuran informasi dapat dilakukan dari berbagai sumber sehingga guru dapat mempersiapkan sumber-sumber yang sesuai. Beberapa *booklet* mengenai antinarkoba dari BNN dapat menjadi salah satu sumber. Selain itu, buku, artikel, ensiklopedia, dan sumber digital juga dapat digunakan.

Untuk mempersingkat waktu, peserta didik dapat mengerjakan aktivitas dalam kelompok. Setiap kelompok menemukan informasi untuk 3–4 zat adiktif (tergantung jumlah kelompok). Kemudian gunakan metode *jigsaw* (kelompok ahli-kelompok asal) untuk mereka dapat saling berbagi informasi sampai seluruh tabel terisi dengan lengkap. Peserta didik disarankan menggunakan buku catatan dengan format *landscape*, dengan kolom dampak penggunaan paling besar ukurannya. Jika tidak ada sumber buku, ensiklopedia, atau akses internet bagi peserta didik, guru dapat menyediakan artikel dari sumber-sumber berikut ini atau sumber lain yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Ganja, sabu, ekstasi	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/psgvln
Heroin	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/wdepmt
Morfin	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/lsumic
Kokain	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/qbdcxv
Amfetamin	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/98o7uo
Barbiturat	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/2wiyqx
Kafein	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/losmtz
Alkohol	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/pgmezx
Nikotin	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/uhby8i
Inhalansia	:	https://buku.kemdikbud.go.id/s/iqzdk5

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Pada Aktivitas 2.2, peserta didik diberikan kebebasan untuk membuat bahan presentasi sesuai hasil diskusi kelompoknya atau diferensiasi produk. Mereka diberikan kebebasan untuk membuat media presentasi menggunakan Canva atau aplikasi pembuat desain lainnya dalam bentuk komik, poster, simulasi, infografik, bermain peran, atau bahkan lagu. Guru dapat membuat kelompok berdasarkan hasil analisis dari kecerdasan ganda (penilaian awal nonkognitif). Melalui aktivitas ini, peserta didik dapat mengembangkan kreativitas dan kemampuan berkomunikasi dengan menggunakan media yang beragam, serta mengasah kecerdasan ganda yang dimiliki oleh peserta didik.

Peserta didik mencermati sumber belajar yang bervariasi seperti buku teks, video, ensiklopedia, sumber internet, dan artikel untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar peserta didik. Agar makin memperkaya sumber belajar, disarankan guru dan sekolah membina hubungan dengan BNN Kota/Kabupaten sehingga dapat menjadi narasumber dalam rangka diferensiasi lingkungan belajar.

3. Miskonsepsi/Materi Sensitif

Pada bab ini sedikit kemungkinan terjadi miskonsepsi. Namun demikian, guru perlu mengajak peserta didik untuk mengkritisi kebiasaan dalam masyarakat setempat yang berhubungan dengan penggunaan zat aditif buatan secara massal atau penyalahgunaan zat adiktif. Misalnya peserta didik diajak untuk berdiskusi terkait penyalahgunaan minuman beralkohol dalam acara-acara tertentu. Salah satu miskonsepsi yang mungkin muncul adalah perokok pasif jauh lebih aman daripada perokok aktif. Hal ini penting untuk diklarifikasi pada saat pembahasan mengenai nikotin sebagai salah satu zat adiktif pada rokok. Adanya kandungan kimia berbahaya yang bersifat karsinogenik pada asap rokok yang terhisap oleh perokok pasif secara akumulatif dapat menimbulkan penyakit asma, infeksi saluran pernapasan, keguguran pada ibu hamil, tekanan darah tinggi, bahkan kanker paru-paru. Di kota-kota besar, pengguna rokok elektrik atau vape pun mengalami peningkatan. Hal ini salah satunya disebabkan pandangan yang keliru bahwa vape jauh lebih aman dibandingkan rokok konvensional. Untuk meluruskan hal ini,

sebaiknya peserta didik diberikan kesempatan untuk mencari informasi dengan pertanyaan-pertanyaan penuntun sehingga menumbuhkan kesadaran berdasarkan pengetahuan yang mereka peroleh secara mandiri.

4. Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3)

Pada Aktivitas 2.6, peserta didik membuat modifikasi pangan lokal, guru perlu mengingatkan secara berulang agar peserta didik mencuci tangan sebelum mulai membuat pangan tersebut, berhati-hati saat menggunakan pisau, kompor, dan sebagainya yang dapat menjadi potensi bahaya.

5. Asesmen Formatif

Penilaian formatif dapat dilakukan untuk Aktivitas 2.2 maupun Aktivitas 2.5 dengan panduan yang dipersiapkan oleh guru. Kriteria dan deskripsi penilaian dapat dibuat bersama peserta didik. Jika instruksi dalam Buku Siswa untuk Aktivitas 2.2 kurang mudah dipahami, guru dapat membuat panduan yang lebih detail seperti contoh berikut atau uraian lain yang disusun sendiri.

Persiapkan suatu poster yang akan dipresentasikan mengenai zat aditif (bahan tambahan) pada makanan yang telah kamu pilih dengan ketentuan-ketentuan seperti di bawah ini.

a. Carilah informasi mengenai zat aditif sesuai topik pilihanmu. Informasi dapat diperoleh melalui buku, ensiklopedia, majalah, koran, *website*, dan lain-lain.

b. Buatlah bahan presentasi berupa poster, infografik, blog, vlog, komik atau bentuk kreatif lainnya yang memuat informasi-informasi berikut.
   1) Definisi atau arti dari zat aditif tersebut (contoh: pewarna, pemanis, pengawet, dan lain-lain) dan keuntungan pemakaian zat aditif tersebut dalam meningkatkan kualitas makanan
   2) Bahan alami
      - Contoh bahan alami yang digunakan sebagai zat aditif tertentu pada makanan,
      - Contoh makanan yang menggunakan bahan alami tersebut,

- Kelebihan dan kekurangan menggunakan bahan alami dibandingkan tidak menggunakannya.

3) Bahan buatan
   - Contoh bahan buatan yang digunakan sebagai zat aditif tertentu pada makanan,
   - Contoh makanan yang menggunakan bahan-bahan buatan tersebut,
   - Alasan munculnya zat aditif buatan tersebut padahal sudah ada yang alami,
   - Kelebihan dan kekurangan menggunakan bahan buatan tersebut dibandingkan tidak menggunakannya. Lengkapi dengan contoh-contoh kasus yang pernah terjadi.

4) Kesimpulan: menurut hasil diskusi kelompokmu, mana yang terbaik? Berikan alasan-alasannya!
   Gunakanlah gambar/ diagram/ tabel atau grafik untuk mendukung penjelasan-penjelasanmu atau menampilkan informasi yang berkaitan.

c. Tulislah referensi (referensi dalam teks dan daftar pustaka) untuk semua sumber informasi yang kamu gunakan.

d. Kriteria penilaian dan deskripsinya terdapat di bawah ini.

Tabel 2.3 Kriteria dan Rubrik Penilaian Aktivitas 2.2

Poin	Deskripsi Penilaian
8–10	• Menjabarkan definisi dari zat aditif tertentu pada makanan • Menjelaskan penggunaan zat aditif tersebut baik yang alami maupun buatan secara spesifik dan akibatnya terhadap kualitas atau daya tahan makanan • Membahas perbandingan antara bahan alami dan buatan dari zat aditif pada makanan dan bagaimana memengaruhi kehidupan manusia secara lebih luas • Menggunakan bermacam-macam istilah sains untuk menyampaikan informasi mengenai zat aditif tersebut secara jelas dan detail • Menggunakan berbagai gambar/diagram/data yang relevan • Menuliskan data referensi, baik referensi dalam teks maupun daftar pustaka, dengan lengkap dari lebih dari dua jenis sumber

Poin	Deskripsi Penilaian
6–7	• Menyebutkan definisi dari zat aditif tertentu pada makanan • Meringkas penggunaan zat aditif tersebut baik yang alami maupun buatan dan akibatnya terhadap kualitas atau daya tahan makanan • Menjelaskan perbandingan antara bahan alami dan sintesis dari zat aditif pada makanan • Menggunakan beberapa istilah sains untuk menyampaikan informasi mengenai zat aditif tersebut dengan tepat • Menggunakan lebih dari satu gambar/diagram/data yang relevan • Menulis data referensi dalam teks atau daftar pustaka yang berasal dari lebih dari satu jenis sumber dengan lengkap
3–5	• Menyebutkan definisi dari zat aditif tertentu pada makanan tetapi belum lengkap • Menyebutkan lebih dari satu contoh penggunaan zat aditif tersebut baik yang alami maupun buatan • Menyebutkan perbedaan antara bahan alami dan buatan dari zat aditif pada makanan • Terkadang menggunakan istilah sains untuk menyampaikan informasi mengenai zat aditif tersebut • Menggunakan satu gambar/diagram/data yang relevan • Menulis data referensi yang berasal dari lebih dari satu jenis sumber
1–2	• Mencoba menyebutkan definisi dari zat aditif tertentu pada makanan • Menyebutkan satu contoh penggunaan zat aditif tersebut baik yang alami ataupun buatan • Mencoba menyebutkan perbedaan antara bahan alami dan buatan dari zat aditif pada makanan
1–2	• Mencoba menggunakan istilah sains untuk menyampaikan informasi mengenai zat aditif tersebut • Menggunakan satu gambar/diagram/data tetapi tidak relevan • Menulis data referensi yang berasal dari satu sumber

Penilaian Pribadi & Refleksi

Keunggulan presentasi kami	
Hal yang perlu kami tingkatkan	
Berdasarkan kriteria penilaian, maka menurut kami nilai kami adalah:	

Bagian Ayo Uji Kemampuan Subbab A. Zat Aditif juga dapat menjadi penilaian formatif dengan menggunakan persentase nilai. Gambar 2.4 ini menunjukkan tangkapan Ayo Uji Kemampuan Subbab A pada Buku Siswa.

Ayo Uji Kemampuan

1. Apakah fungsi penambahan zat aditif pada makanan?
2. Pilihlah contoh untuk zat aditif di bawah ini dengan menuliskan pilihan nomor (a–e) yang sesuai pada kotak di sebelah kanan.

Zat aditif
a Pemanis
b Penyedap
c Pewarna
d Pengawet
e Pengemulsi

Contoh
_____ Lesitin
_____ Siklamat
_____ Tartrazin
_____ Natrium klorida
_____ Asam benzoat

3. a. Sebutkan 2 contoh bahan pewarna alami dan warna yang dihasilkan!
   b. Apakah kelebihan dari penggunaan bahan pewarna sintetis dan apa pula dampak negatif yang dapat timbul dari pemakaian bahan pewarna buatan?

Gambar 2.4 Tangkapan Layar Ayo Uji Kemampuan Subbab A Bab 2 pada Buku Siswa

Guru dapat menentukan poin penilaian untuk setiap soal. Poin penilaian sesuai tingkatan soal. Kemudian menghitung persentase perolehan peserta didik se[erti contoh pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Rubrik Penilaian Ayo Uji Kemampuan Subbab A

Nomor soal	Poin	Keterangan
1	1	Jawaban yang diharapkan yaitu kegunaan zat aditif, bukan jenisnya.
2	2	Poin sebesar 0,4 untuk setiap pilihan benar.
3	4	3a. Poin sebesar 2 untuk setiap dua contoh. 3b. Poin sebesar 2 yaitu 1 untuk keuntungan dan 1 untuk dampak negatif.
4	3	1 poin untuk 2 contoh atau 0,5 poin untuk 1 contoh benar. 2 poin untuk kelebihan pemanis buatan.

Nomor soal	Poin	Keterangan
5	2	1 poin untuk pilihan pengawet. 1 poin untuk alasan yang sesuai.
6	3	1 poin untuk fungsi garam. 1 poin untuk hubungan dengan kesehatan. 1 poin untuk hubungan dengan kesejahteraan.
7	2	1 poin untuk 1 jawaban benar.
8	3	8a. 1 poin 8b. 1 poin 8c. 1 poin
Total poin: 20		

$$\text{Persentase perolehan} = \frac{\text{jumlah poin yang diperoleh}}{20} \times 100\ \%$$

Interpretasi Skor:

- ≥ 80%: Sangat baik
- 60–79%: Baik
- 40–59%: Cukup
- < 40%: Perlu perbaikan

Hal terpenting dari penilaian formatif yang perlu dilakukan oleh guru adalah memberikan umpan balik, bukan hanya sekadar menghitung persentase perolehan. Umpan balik ini menjadi bekal peserta didik merefleksikan diri dan meningkatkan capaiannya. Oleh karena itu, lembar jawaban peserta didik seharusnya diberikan komentar guru pada bagian-bagian yang masih kurang atau perlu dipelajari kembali. Penilaian seperti ini juga dapat dikembangkan oleh guru untuk Ayo Uji Kemampuan Subbab B.

G. Sumatif

Pada bab ini, penilaian sumatif menggunakan projek akhir bab yang merupakan aksi nyata dari hasil pembelajaran. Peserta didik diharapkan dapat melakukan kampanye antinarkoba karena telah memiliki kesadaran untuk menjauhi zat aditif dan adiktif yang dapat membahayakan hidup. manusia Berikut ini projek akhir tercantum pada Buku Siswa (Gambar 2.5).

Projek Akhir Bab

Ayo buat produk kreatif poster/video kampanye antinarkoba untuk melindungi lebih banyak remaja Indonesia dari pengaruh narkoba. Sebagai alternatif, kamu juga dapat membuat kampanye agar orang tidak merokok/berhenti merokok. Setelah mendapat persetujuan dari gurumu, unggah video atau postermu tersebut ke platform media sosialmu. Pantau terus unggahanmu tersebut. Dengan video/poster tersebut, kamu mungkin dapat menyelamatkan seseorang dari bahaya penyalahgunaan zat adiktif.

Gambar 2.5 Tangkapan Layar Projek Akhir Bab 2 pada Buku Siswa

Penilaian untuk projek ini dapat dibuat bersama antara guru dan peserta didik dengan menetapkan kriteria dan deskripsi penilaian yang disepakati bersama. Hal ini akan lebih memotivasi peserta didik untuk mencapai level yang optimal, sesuai kemampuan mereka. Berikut ini adalah contoh rubrik penilaian yang dapat digunakan secara langsung maupun dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan peserta didik dan guru (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Rubrik Penilaian untuk Projek Akhir Bab 2

Aspek yang Dinilai	Poin 7–10	Poin 4–6	Poin 1–3
Bagian Pembukaan	Mengawali video/ poster kampanye dengan informasi yang relevan dan berhubungan dengan remaja	Mengawali video/ poster dengan informasi yang relevan atau yang berhubungan dengan remaja	Mengawali video/ poster hanya dengan perkenalan diri dan/ atau judul saja
Isi Pesan	Membahas langkah-langkah nyata untuk menghindari penyalahgunaan narkoba	Menyebutkan langkah-langkah nyata untuk menghindari penyalahgunaan narkoba	Mencoba menyebutkan langkah-langkah menghindari penyalahgunaan narkoba

Aspek yang Dinilai	Poin 7–10	Poin 4–6	Poin 1–3
Penggunaan Istilah Sains yang Tepat	Menggunakan berbagai istilah sains yang seluruhnya tepat secara efektif, sesuai dengan karya yang dibuat	Menggunakan istilah sains yang sebagian besar tepat, sesuai dengan karya yang dibuat	Menggunakan beberapa istilah sains yang tepat sesuai dengan karya yang dibuat
Hubungan Antarbagian	Isi karya mengalir sangat alamiah karena hubungan antara bagian sangat erat.	Isi karya cukup menyatu karena ada hubungan antara satu bagian dengan bagian lainnya.	Isi karya seperti terputus-putus karena hubungan antarbagian tidak erat.
Kreativitas dalam Pembuatan Karya	Menyesuaikan tampilan, gambar, dan konten dengan sangat baik dan efektif	Menyesuaikan antara tampilan, gambar, dan konten dengan cukup baik	Mencoba menyesuaikan antara tampilan, gambar, dan konten

Pedoman penskoran sesuai instrumen di atas:
Setiap kriteria bernilai 10 sehingga total skor adalah 50.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah poin yang diraih}}{50} \times 100$$

Penilaian Pribadi & Refleksi

Keunggulan karya kreatif saya/kami	
Hal-hal yang perlu saya/kami tingkatkan	
Berdasarkan kriteria penilaian, maka menurut saya/kami pencapaian saya/kami dalam membuat produk kreatif adalah:	

Penilaian Teman

Rancangan percobaan yang saya nilai adalah milik: _____

Hal-hal baik yang telah dia/mereka lakukan dalam menghasilkan karya kreatif	
Hal-hal yang perlu dia/mereka tingkatkan dalam karyanya	
Berdasarkan kriteria penilaian di atas, maka menurut saya poin yang diraih adalah	

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A

1. Fungsi zat aditif adalah untuk meningkatkan kualitas pangan.
2. a. siklamat
   b. natrium klorida
   c. tartrazin
   d. asam benzoat
   e. lesitin
3. a. Jawaban dapat beraneka ragam, misalnya warna kuning dari kunyit, hijau dari daun suji, oranye dari wortel, dan lain-lain.
   b. Kelebihan pewarna buatan antara lain pilihan warna lebih bervariasi, praktis digunakan, tahan dalam pengolahan, dan lebih mudah diperoleh. Dampak negatif pewarna buatan antara lain dapat menimbulkan alergi, masalah pencernaan, penyumbatan ginjal, dan kanker.
4. Contoh pemanis buatan sangat bervariasi, di antaranya siklamat, aspartam, sukralosa, sakarin, asesulfam, dan sorbitol. Kelebihan pemanis buatan adalah lebih manis dibanding gula, tidak menyebabkan diabetes, dan harga lebih terjangkau/murah.

5. Jawaban dapat bervariasi sesuai potensi yang ada di tempat tinggal masing-masing.

6. Garam dapat berfungsi sebagai pengawet dan penyedap rasa. Produksi garam oleh masyarakat dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat yang mengusahakannya. Namun, penggunaan garam secara terus-menerus atau dalam jumlah banyak dapat menyebabkan gangguan kesehatan, misalnya tekanan darah tinggi, sakit jantung, dan gangguan fungsi ginjal.

7. Penyebab utama Ivan merasa cepat lelah dan sakit kepala adalah kandungan pemanis buatan (aspartam) dan kemungkinan diperkuat oleh pewarna buatan, Allura Red. Keduanya dikenal dapat memberikan efek samping pada sebagian orang yang sensitif.

8. a. Zat aditif yang dapat menyebabkan gangguan tersebut adalah pewarna makanan sintetis, seperti Tartrazine/E102, Allura Red/E129, atau Sunset Yellow/E110. Zat ini sering digunakan pada makanan berwarna mencolok dan dapat menyebabkan reaksi alergi, ruam kulit, dan mual pada sebagian orang.

   b. Zat aditif buatan dapat menimbulkan efek samping pada tubuh karena:
      - beberapa zat aditif dapat memicu reaksi alergi, iritasi saluran pencernaan, sakit kepala, atau gangguan metabolisme,
      - jika dikonsumsi berlebihan, zat aditif bisa menumpuk dan mengganggu fungsi organ (hati dan ginjal).

   c. Saran untuk teman:
      - Pilih makanan dengan pewarna alami (misalnya kunyit, daun pandan, bit, bunga telang) yang biasanya ditandai dengan penampilan warna alami/tidak mencolok.
      - Kurangi konsumsi jajanan berwarna mencolok atau tidak jelas labelnya.
      - Baca label kemasan sebelum membeli makanan kemasan.
      - Konsumsi makanan sehat seperti buah segar, jus alami, atau camilan rumahan.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B

1. Narkotika: morfin
   Psikotropika: amfetamin
   Bukan narkotika dan psikotropika: nikotin

2. Benzodiazepin bekerja sebagai depresan di otak sehingga secara medis digunakan untuk menenangkan, mengurangi kecemasan, membantu tidur, dan sebagai obat antikejang. Morfin bekerja sebagai analgesik di otak dan sumsum tulang belakang sehingga menekan rasa sakit (analgesik kuat) sekaligus menimbulkan euforia.

   Efek penyalahgunaan benzodiazepin antara lain mengantuk berlebihan, bingung, gangguan koordinasi, hilang ingatan jangka pendek, penurunan konsentrasi dan daya pikir, serta ketergantungan (sulit tidur tanpa obat, gejala putus obat berupa gelisah, kejang, bahkan halusinasi).

   Efek penggunaan morfin antara lain euforia berlebihan (rasa senang dan nyaman yang intens), penurunan kesadaran, kantuk berat, mual, muntah, konstipasi, ketergantungan fisik yang sangat kuat dan gejala putus obat berupa gelisah, nyeri otot, diare, keluar keringat dingin, dan insomnia.

3. Golongan I memiliki potensi ketergantungan sangat tinggi sehingga tidak digunakan untuk terapi medis (kecuali penelitian & ilmu pengetahuan dengan izin khusus). Golongan ini mendapat pengawasan paling ketat. Sebagai contoh antara lain: heroin, kokain, LSD, ekstasi (MDMA), sabu-sabu/metamfetamin.

   Golongan II memiliki potensi ketergantungan tinggi sehingga dapat digunakan untuk terapi medis tertentu bila pilihan lain tidak efektif dan masih perlu pengawasan ketat. Contohnya adalah morfin dan petidin.

   Golongan III memiliki potensi ketergantungan ringan sehingga sering digunakan dalam pengobatan dan terapi medis. Pengawasan untuk golongan ini tetap ada tetapi tidak seketat golongan I & II, contohnya adalah kodein.

Uji Kompetensi

A.

1. Zat aditif adalah zat yang ditambahkan ke dalam makanan atau minuman untuk memperbaiki rasa, warna, tekstur, aroma, daya tahan, atau nilai gizi. Sedangkan zat adiktif adalah zat yang bila dikonsumsi dapat menimbulkan ketergantungan fisik maupun psikologis.
2. Beberapa penjelasan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.
   - Zat aditif alami tidak selalu mudah diperoleh dalam jumlah besar sehingga perlu zat aditif buatan yang lebih murah, praktis, dan bisa memenuhi kebutuhan industri makanan skala besar.
   - Zat aditif buatan biasanya lebih tahan panas, cahaya, dan oksidasi, misalnya, pewarna buatan lebih stabil dibanding pewarna alami (daun pandan atau buah bit yang warnanya cepat pudar).
   - Zat aditif alami sering bervariasi kualitasnya karena dipengaruhi cuaca, musim, dan cara panen. Sedangkan zat aditif buatan bisa menghasilkan rasa/warna yang sama atau lebih konsisten pada setiap produksi.
   - Zat aditif buatan (misalnya natrium benzoat, BHT) lebih efektif mencegah pembusukan dibanding pengawet alami seperti garam atau cuka.
   - Tidak semua warna, rasa, atau efek bisa diperoleh dari sumber alami. Contoh: warna biru cerah sulit ditemukan pada bahan alami, sehingga industri lebih banyak memakai pewarna sintetik.
3. Jawaban dapat bervariasi.
4. Berikut adalah gejala fisik dan psikologis pengguna narkotika dan psikotropika.

Aspek	Narkotika (contoh: morfin, heroin, ganja)	Psikotropika (contoh: amfetamin, ekstasi, LSD, bedzodiazepin)
Gejala Fisik	• Mata sayu, pupil mengecil/ terlalu melebar • Mual, muntah, konstipasi • Gangguan tidur (insomnia/ mengantuk berat)	• Pupil mata membesar (dilatasi) • Tekanan darah & detak jantung meningkat • Mulut kering, berkeringat berlebihan

Aspek	Narkotika (contoh: morfin, heroin, ganja)	Psikotropika (contoh: amfetamin, ekstasi, LSD, bedzodiazepin)
	• Tremor (gemetar), kejang • Gangguan pernapasan dan denyut jantung tidak teratur	• Gangguan tidur (tidak bisa tidur lama) • Gigi gemeretak, rahang kaku (terutama ekstasi) • Penurunan nafsu makan, tubuh cepat kurus
Gejala Psikologis	• Rasa euforia (senang berlebihan) • Cenderung apatis, malas, sulit konsentrasi • Mudah marah atau tersinggung • Kecemasan, depresi bila tidak memakai • Halusinasi (pada ganja/ jenis tertentu) • Ketergantungan berat & gejala putus obat menyiksa	• Rasa percaya diri berlebihan, hiperaktif (stimula) • Mudah panik, cemas berlebihan • Halusinasi, ilusi, perilaku aneh (pada LSD/ekstasi) • Perubahan mood drastis (emosi tidak stabil) • Agresif atau gelisah berlebihan • Ketergantungan psikologis kuat

5. Zat adiktif dapat merusak kesehatan fisik, mengganggu perkembangan otak, menimbulkan ketergantungan, serta merusak masa depan sosial dan akademik. Meskipun beberapa zat adiktif bersifat legal (kafein dalam kopi, nikotin dalam rokok, alkohol), tetap berbahaya bagi remaja karena bekerja langsung pada sistem saraf pusat, di mana remaja sedang dalam tahap perkembangan otak sehingga lebih rentan mengalami kecanduan dibanding orang dewasa. Otak remaja (khususnya bagian *prefrontal cortex*) masih berkembang sampai usia ±25 tahun sehingga konsumsi zat adiktif bisa mengganggu fungsi otak dalam mengendalikan emosi, konsentrasi, pengambilan keputusan, dan meningkatkan risiko perilaku impulsif. Selain itu, gangguan kesehatan yang dapat timbul bila mengonsumsi nikotin (rokok) adalah merusak paru-paru, meningkatkan risiko kanker, dan menurunkan stamina. Sementara itu, gangguan kesehatan jika mengonsumsi alkohol adalah merusak hati (sirosis), melemahkan daya tahan tubuh, menyebabkan gangguan koordinasi. Sedangkan gangguan kesehatan yang timbul akibat mengonsumsi kafein berlebihan adalah jantung berdebar, sulit tidur, cemas, dan dehidrasi.

6. Karena bahan-bahan tersebut mengandung zat kimia yang dapat menimbulkan ketergantungan (adiksi), bekerja pada sistem saraf pusat, serta menimbulkan efek stimulan atau depresan. Bila dikonsumsi terus-menerus, tubuh akan terbiasa dan sulit berhenti. Zat adiktif yang terkandung dalam teh: kafein dan tein. Zat adiktif yang terkandung dalam kopi adalah kafein. Sedangkan zat adiktif dalam rokok adalah nikotin. Dampak positif teh antara lain memberi efek segar, mengurangi kantuk, dan membantu konsentrasi. Dampak negatif teh antara lain jantung berdebar, sulit tidur, gelisah, dan ketergantungan ringan (butuh minum teh setiap hari). Dampak positif kopi adalah meningkatkan energi & kewaspadaan serta membantu fokus belajar/kerja. Sedangkan dampak negatifnya antara lain gangguan tidur, kecemasan, sakit perut, denyut jantung tidak teratur, dan ketergantungan (sulit beraktivitas tanpa kopi). Dampak positif nikotin antara lain menimbulkan rasa tenang & rileks secara sementara saja (menipu sistem saraf). Sedangkan dampak negatifnya adalah sangat adiktif, merusak paru-paru, jantung, pembuluh darah, meningkatkan risiko kanker paru, mulut, tenggorokan serta dapat menurunkan stamina dan daya tahan tubuh.

7. Hal-hal yang dapat dilakukan antara lain memperkuat prinsip hidup sehat, memilih lingkungan yang baik, aktif dalam kegiatan positif, menambah pengetahuan, berani menolak ajakan, menjaga komunikasi keluarga, dan mencari bantuan profesional jika diperlukan.

B.

1. a. Riko mengonsumsi zat adiktif berupa kafein.
   b. Kebiasaan ini berbahaya karena menimbulkan ketergantungan, gangguan tidur, dan masalah kesehatan jantung. Solusinya adalah mengurangi kafein, menjaga pola tidur sehat, dan mencari cara alami untuk tetap segar saat belajar.

2. a. Zat adiktif pada rokok dan vape adalah sama, yaitu: nikotin, yang berdampak jangka panjang pada paru-paru dan jantung. Selain nikotin, di dalam rokok juga tedapat tar, karbon monoksida, dan bahan kimia toksik.

b. Zat-zat ini dapat merusak sistem pernapasan dan menyebabkan gangguan pada sistem kardiovaskular/jantung.

Dina sebaiknya tidak meniru, tidak menjadi perokok pasif dengan menghindari asap, dan memberi dukungan positif agar kakaknya mau berhenti.

I. Tindak Lanjut

Apabila ada peserta didik yang belum dapat mencapai Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan, maka langkah pertama adalah meminta peserta didik lain yang telah tuntas dengan sangat baik untuk mendampingi. Sering kali ketika temannya membantu dengan menggunakan kata-kata yang lebih sederhana dapat menolong peserta didik yang menemui kesulitan pemahaman. Langkah selanjutnya adalah pendampingan oleh guru pada saat pulang sekolah atau setelah istirahat. Beberapa alternatif kegiatan yang telah dibahas sebelumnya dapat digunakan oleh guru untuk pendampingan ini.

Untuk peserta didik yang telah mencapai tujuan pembelajaran, dapat diberikan kegiatan pengayaan seperti yang tercantum pada Buku Siswa. Selain itu, mereka juga dapat diminta untuk melakukan penyelidikan untuk membuat daftar zat-zat aditif dalam makanan dan minuman yang sering dikonsumsi oleh teman-temannya atau makanan yang dijual di kantin. Hasil pekerjaan mereka dapat ditampilkan dalam bentuk poster dan dikampanyekan kepada semua warga sekolah.

J. Refleksi

1. Refleksi Peserta Didik

Refleksi untuk peserta didik dapat dilihat dalam Buku Siswa baik di akhir subbab maupun di akhir bab. Pada akhir subbab Zat Aditif, terdapat refleksi tengah bab seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut.

Aktivitas 2.6 Ayo Refleksi

1. Setelah mendalami mengenai zat aditif, berilah penilaian pada kualitas konsumsi makanan dan minumanmu selama 3 hari kemarin ditinjau dari penambahan zat aditif. Beri tanda centang pada pilihan yang paling sesuai. Kategori sesuai dengan zat aditif yang terkandung dalam makanan. Kategori sangat sehat apabila tidak ada zat aditif buatan atau zat aditif alami yang dapat membahayakan kesehatan. Sedangkan sehat berarti mengandung zat aditif alami saja. Cukup sehat memiliki 1 jenis zat aditif buatan. Kurang sehat ada 2 jenis zat aditif buatan sedangkan belum sehat ada lebih dari 2 jenis zat aditif buatan.

Jenis makanan/ minuman	Belum sehat	Kurang sehat	Cukup sehat	Sehat	Sangat sehat

Gambar 2.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Subbab A pada Bab 2

Selain itu, terdapat juga pertanyaan-pertanyaan penuntun untuk refleksi akhir bab pada Buku Siswa juga yang mencakup subbab A dan B seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut.

Refleksi Akhir Bab

Sebagai refleksi akhir bab, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Apakah kamu merasa perlu lebih memperhatikan jenis makanan dan minuman yang kamu konsumsi?
2. Untuk menjadi lebih sehat, bagaimanakah langkahmu untuk mengurangi konsumsi zat aditif dalam makanan dan minuman yang kamu konsumsi? Kapan kamu akan memulainya?
3. Bagaimana sikapmu jika ada teman yang mengajak mencoba zat adiktif?
4. Apa yang dapat kamu lakukan untuk menjaga diri agar tidak terjerumus ke dalam penyalahgunaan zat adiktif?
5. Bagaimana peran keluarga dan lingkungan dalam membantu seseorang menghindari zat adiktif?
6. Setelah belajar bab ini, apa keputusan atau komitmen yang ingin kamu buat terkait zat adiktif?

Gambar 2.5 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 2

Sebaiknya peserta didik diberikan waktu yang cukup dengan lingkungan yang mendukung, tanpa tekanan, untuk dapat berefleksi dengan jujur dan menyeluruh. Berdasarkan hasil refleksi peserta didik ini, guru dapat mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran dari bab ini.

2. Refleksi Guru

Refleksi secara berkesinambungan dapat dilakukan oleh guru pada akhir setiap pertemuan dengan peserta didik, misalnya dengan menjawab pertanyaan pertanyaan berikut ini.

a. Apakah tujuan pembelajaran harian saya tercapai? Bagaimana saya dapat mengukurnya?
b. Apakah metode atau aktivitas pembelajaran yang saya gunakan sesuai untuk peserta didik saya (relevan dengan mereka)? Elemen dari pembelajaran mendalam mana yang telah mereka alami?
c. Bagaimana keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran? Apakah mereka semua sudah terlibat atau hanya sebagian? Bagaimana mengupayakan semua peserta didik terlibat, bahkan peserta didik yang tidak tertarik pada topik ini?
d. Apakah ada peserta didik yang terhambat untuk mencapai tujuan pembelajaran hari ini? Bagaimana saya dapat membantunya?
e. Apakah teknik asesmen yang digunakan dapat dipahami oleh semua peserta didik? Apakah mereka dapat menilai kemajuan belajar diri mereka sendiri dengan menggunakan teknik asesmen tersebut?

Sebagai refleksi akhir bab, guru dapat menggunakan panduan pertanyaan pertanyaan berikut ini dan diperkaya dengan pertanyaan yang muncul dari dalam diri guru sendiri.

a. Apakah tujuan pembelajaran bab ini telah tercapai? Apa bukti-bukti dari pencapaian tersebut?
b. Di bagian (pengetahuan dan keterampilan) manakah peserta didik paling menguasai dan bagian mana yang tidak? Bagaimana saya dapat mengetahui hal ini?
c. Apa saja perencanaan, kegiatan pembelajaran, atau penilaian yang berjalan dengan baik? Mana yang kurang baik atau tidak dijalankan? Bagaimana cara meningkatkan/perubahan apa yang perlu dilakukan pada pembelajaran bab-bab yang akan datang atau pada tahun pelajaran mendatang?

d. Kegiatan pembelajaran mana yang paling cocok dengan peserta didik (dapat dipahami/mencapai tujuan)? Pertimbangkan berbagi praktik baik dengan rekan guru.

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama menggunakan Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

Buku:

1. Badan Narkotika Nasional. *Buku Saku Bahaya Penyalahgunaan Narkoba* (Jakarta: BNN, 2022).
2. Hatta, Muhammad. *Penegakan Hukum Penyalahgunaan Narkoba di Indonesia* (Jakarta: Kencana, 2022).

Artikel ilmiah:

1. Eufic. ”The Importance of Antioxidants in Food”. *Eufic*, 2004. https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/food-should-also-look-good-why-antioxidants-are-so-important.
2. Firdiyani, Fiya, Tri Winarni Agustini, dan Widodo Farid Ma’ruf. “Ekstraksi Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami Spirulina Platensis Segar dengan Pelarut yang Berbeda”. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* Vol. 18 No 1 (2015). DOI: 10.17844/jphpi.2015.18.1.28.
3. Gøtterup J, Olsen K, Knöchel S, Tjener K, Stahnke LH, Møller JKS. “Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system”. *International Journal of Food Microbiology*, 120 (2007): 303- 310. https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2007.08.034.
4. Karjadidjaja, Idawati. ”Monosodium Glutamat dan Kesehatan”. *Ebers Papyrus*, 15(1) (2009).
5. Lourenço, Sophia C., Margarida Moldão-Martins, and Vítor D. Alves. “Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications”. *Molecules*, 24 (2019): 4132.

6. Morgan, Celia JA, Noronha, L. A., Muetzelfeldt, Fielding, A., dan Curran, H. V. (2013). “Harms and Benefits Associated with Psychoactive Drugs: Findings on an International Survey of Active Drug Users”. *Journal of Psychopharmacol* Vol. 27 No. 6 (2013): 497-506.

7. Yamin, M. Jufri, A. W., Jamaluddin, K & Riyanto, A. A. ”Teknik Identifikasi Zat Aditif pada Makanan untuk Menghindari Dampak Negatifnya terhadap Kesehatan”. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, Vol. 5 No. 2 (2022).

8. Maisto, S. A., Galizio, M., and Connors, G. J. *Drug Use and Abuse:8th ed.* (Cengage Learning, 2018).

Referensi lainnya:

1. Armono, Yudhi Widyo. *Kegunaan Narkotika dalam Dunia Medis*. https://media.neliti.com/media/publications/170823-ID-kegunaan-narkotika-dalam-dunia-medis.pdf.

2. Badan Narkotika Nasional Kota Jambi. *Pengenalan Umum tentang Narkoba*. 2017, https://www.jambikota.go.id/attachment/narkotika.pdf

3. Gaffar, Abdul. ”Bahan Tambahan Makanan ini, Berisiko Ganggu Kesehatan Usus”. *RRI*, 26 Januari 2025. https://www.rri.co.id/kesehatan/1281080/bahan-tambahan-makanan-ini-berisiko-ganggu-kesehatan-usus#:~:text=Peneliti%20menemukan%20bahan%20pengental%20sintetis,dapat%20mengganggu%20sawar%20darah%2Dotak.

4. Juneau, Martin. *Emulsifiers: Food additives that increase the risk of cardiovascular disease?*, 26 Oktober 2023. https://observatoireprevention.org/en/2023/10/26/emulsifiers-food-additives-that-increase-the-risk-of-cardiovascular-disease/

5. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. ”5 Bahaya Narkoba bagi Kesehatan Mental yang Perlu Anda Ketahui”. *Kemenkes*, 13 Januari 2025. https://ayosehat.kemkes.go.id/bahaya-narkoba-bagi-kesehatan-mental.

6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Modul Zat Adiktif dan Psikotropika untuk Remaja* (Jakarta: Direktorat Promosi Kesehatan, 2020).

7. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 44 Tahun 2019 tentang Perubahan Penggolongan Narkotika* (Jakarta: Kemenkes RI, 2019).

8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Pedoman Pencegahan Penyalahgunaan Psikotropika di Kalangan Remaja* (Jakarta: Kemenkes RI, 2020).

9. Lo, Diana. *Pemanis dan Pengaruhnya dalam Tubuh* (Jakarta:Food Technology Department BINUS University).

10. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2009 tentang Narkotika (Jakarta: Sekretariat Negara).

11. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1997 tentang Psikotropika (Jakarta: Sekretariat Negara).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 3

Sistem Reproduksi Manusia

A. Pendahuluan

Bab Sistem Reproduksi Manusia merupakan bab ketiga di buku ini. Bab ini membahas perbedaan sistem reproduksi laki-laki dan perempuan, siklus menstruasi, kehamilan, perkembangan manusia mulai dari bayi hingga dewasa. Pengenalan alat-alat kontrasepsi di bab ini juga sangat penting, mengingat banyaknya kehamilan yang tidak terencana pada anak-anak usia remaja. Menurut Data Riset Demografi dan Kesehatan Indonesia, pada tahun 2017, kehamilan anak remaja di Indonesia meningkat sebanyak 500 kasus kehamilan tiap tahunnya. Peningkatan tersebut disebabkan rendahnya pengetahuan anak muda terhadap kesehatan reproduksi, serta kurangnya akses terhadap informasi yang akurat dan terpercaya tentang kontrasepsi. Di dalam bab ini, peserta didik juga akan melakukan survei tentang penggunaan alat kontrasepsi berdasarkan kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar mereka. Pembahasan mengenai pertumbuhan dan perkembangan manusia dibahas secara mendetail, karena akan diarahkan untuk produk akhir pelajar berupa kampanye tentang *stunting*, salah satu permasalahan kompleks yang dialami balita-balita di Indonesia. Bab ini juga menekankan pada pentingnya melakukan berbagai aktivitas untuk menyelidiki dan membandingkan informasi yang sudah ada, sebagai bentuk nyata tujuan IPA terpadu yaitu mengembangkan keterampilan inkuiri untuk mengidentifikasi, merumuskan, hingga menyelesaikan masalah. Hal ini diharapkan dapat dipahami pelajar saat melakukan berbagai aktivitas penyelidikan dimulai dari membuat pertanyaan, membuat hipotesis, melakukan pengamatan sederhana, dan membuat kesimpulan-kesimpulan berdasarkan analisis data yang telah diperoleh.

Melalui buku ini dan sumber-sumber yang menarik lainnya, guru diharapkan dapat membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik, sehingga dapat menghasilkan pembelajaran ke tingkat yang lebih tinggi, serta membuat peserta didik lebih peduli terhadap permasalahan yang ada di sekitar mereka. Buku ini juga dapat menambah kesadaran peserta didik untuk menjaga tubuh mereka sehingga terhindar dari penyakit maupun gangguan sistem tubuh mereka.

Indikator pencapaian Tujuan Pembelajaran dalam bab ini yaitu:

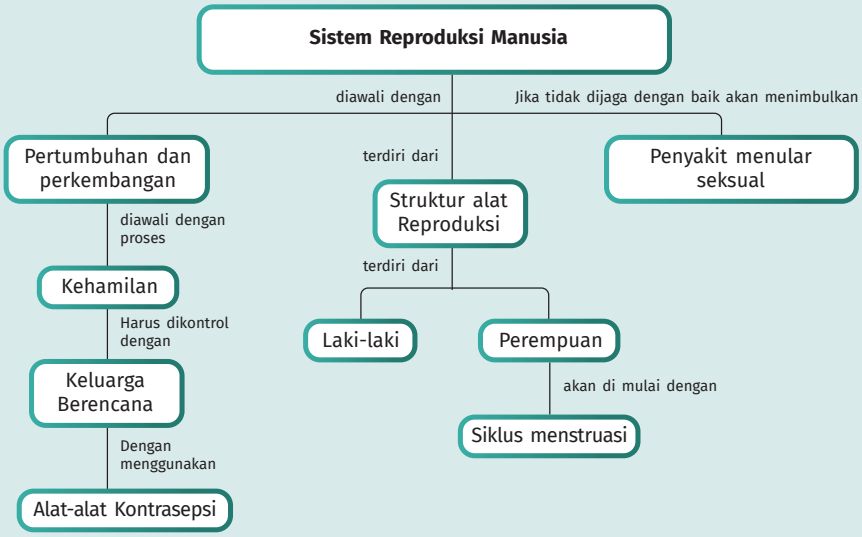
1. Mengomunikasikan hasil survei mengenai penggunaan jenis metode kontrasepsi pada laki-laki dan perempuan di sekitar lingkungan mereka.
2. Mengaplikasikan konsep mengenai perubahan fisik dan mental pada anak laki-laki.
3. Mengomunikasikan kepada warga sekitar mengenai hasil riset *stunting* dan membuat aksi untuk mengedukasi warga sekitar tentang bahaya *stunting* dan memberikan solusi pencegahannya.

Bab ini bertujuan akhir pada pencapaian beberapa dimensi profil lulusan. Berikut ini adalah dimensi yang tercakup di dalam bab ini.

- Keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan YME: Peserta didik mampu mengontrol diri mereka untuk menjaga kesehatan reproduksi mereka dengan tidak melakukan hal-hal yang bertentangan dengan moral dan agama.
- Penalaran kritis: Peserta didik diajak untuk berpikir logis, menganalisis, mengevaluasi dalam suatu permasalahan, dan memberikan solusi. Peserta didik juga mampu berefleksi terhadap aksi yang dilakukan untuk masyarakat.
- Kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi: Melalui pembuatan poster ataupun pamflet yang berisi edukasi pencegahan bahaya *stunting* peserta didik memperkuat tiga dimensi kreativitas dan kolaborasi. Dimensi komunikasi juga akan terwujud melalui presentasi/kampanye solusi pencegahan *stunting*.
- Kesehatan: Peserta didik mampu menjaga kesehatan reproduksi mereka dan juga menyadari mengenai bahaya penyakit menular seksual.

Untuk memudahkan peserta didik memahami alur penyampaian materi, dalam Buku Siswa telah disediakan peta konsep seperti terdapat dalam Gambar 3.1 berikut.

Peta Konsep



Gambar 3.1 Peta Konsep Bab Sistem Reproduksi Manusia

Setiap subbab dalam bab ini berkaitan satu dengan lainnya. Peserta didik akan diajak memahami konteks mengenai sistem reproduksi manusia, perbedaan antara sistem reproduksi laki-laki dan perempuan. Kematangan sistem reproduksi perempuan ditandai dengan dimulainya siklus menstruasi. Sementara pada laki-laki ditandai dengan mimpi basah. Proses pertumbuhan dan perkembangan manusia merupakan tahapan awal dari berkembangnya sistem reproduksi manusia. Proses pertumbuhan dan perkembangan dimulai dari kehamilan, dan perencanaan kehamilan sebaiknya sesuai dengan prinsip keluarga berencana. Salah satu perencanaan keluarga berencana dengan pemilihan alat-alat kontrasepsi yang tepat dan sesuai. Sistem reproduksi manusia juga harus dijaga agar tidak terkena penyakit menular seksual.

Alokasi waktu yang diusulkan untuk bab ini adalah sekitar 20 JP. Guru diharapkan dapat mengatur waktunya secara efisien sehingga proses pembelajaran berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan pembelajaran.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Agar pembelajaran dalam bab ini dapat berjalan dengan optimal, peserta didik sebaiknya sudah memiliki pengetahuan dan kemampuan-kemampuan berikut ini.

1. Mengetahui peranan dan fungsi sel yang telah dipelajari di kelas sebelumnya.
2. Memahami konsep reproduksi sel yaitu mitosis dan meiosis.
3. Mengetahui peranan hormon-hormon manusia yang dijabarkan di Bab 1.
4. Mengetahui sistem-sistem dan anatomi tubuh manusia yang saling berkaitan.
5. Memiliki keterampilan dalam menginterpretasikan diagram.
6. Memiliki keterampilan menganalisis data.
7. Memiliki kemampuan dalam mengomunikasikan terminologi saintifik .
8. Memiliki kesiapan dalam mempelajari hal-hal sensitif yang berhubungan dengan topik-topik yang berhubungan dengan alat-alat reproduksi maupun hal-hal yang berhubungan dengan kesehatan sistem reproduksi dan isu-isu sosial yang berkaitan.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Model pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry based learningi)*, dengan sumatif berupa laporan tertulis. Adapun beberapa strategi yang dapat digunakan adalah pembelajaran kontekstual (*contextual learning*), pembelajaran kolaboratif (*collaborative learning*), dan pemecahan masalah (*problem solving*). Guru dapat menyesuaikan dengan karakteristik satuan pendidikan dan kebutuhan peserta didik.

2. Kemitraan Pembelajaran

Guru dapat menjalin komunikasi erat bersama orang tua, terutama karena ada beberapa topik sensitif yang berhubungan dengan sistem reproduksi; Ada baiknya jika orang tua bisa berbicara hati ke hati tentang perkembangan anak-anak mereka yang beranjak dewasa. Informasi mengenai tujuan dan aktivitas belajar perlu disampaikan di awal agar orang tua dapat membantu memberikan dukungan yang optimal bagi peserta didik. Kemitraan di luar sekolah dan rumah misalnya dengan menjalin kerja sama dengan puskesmas, klinik, atau bidan terdekat berkaitan dengan tugas peserta didik mendapatkan data mengenai pertumbuhan dan perkembangan janin dari minggu ke satu hingga kelahiran. Posyandu sekitar rumah juga dilibatkan dalam projek akhir bab

peserta didik. Peserta didik dapat membuat poster yang membantu warga sekitar memahami bahaya *stunting*. Masyarakat di sekitar rumah juga akan dilibatkan terutama dalam projek survei mengenai alat-alat kontrasepsi dan Keluarga Berencana. Perlu diingat bahwa kemitraan pembelajaran ini dapat dilakukan sesederhana mungkin, sesuai kemampuan dan kondisi satuan pendidikan. Pelibatan berbagai pihak dalam proses pembelajaran akan memperkaya pengalaman belajar peserta didik.

3. **Lingkungan Pembelajaran**
   Selain ruang kelas, guru dapat melakukan kegiatan belajar di puskesmas, klinik, atau bidan setempat. Guru juga dapat menggunakan bentuk ruang visual, misalnya menggunakan ruang rapat virtual untuk bertemu narasumber yang terhalang tempat dan waktu.

4. **Pemanfaatan Digital**
   Dalam membuat desain infografik yang menarik, peserta didik dapat memanfaatkan aplikasi-aplikasi desain sesuai kebutuhan. Guru perlu memastikan keamanan peserta didik saat akan menggunakan fasilitas internet.

D. Apersepsi

Untuk memulai pembelajaran, berikut adalah apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut.

Remaja sepertimu pasti pernah bertanya-tanya, apa yang sedang terjadi pada tubuhku? Badanku bertambah tinggi, suara mulai berubah, wajah mulai berjerawat, dan perilaku juga mulai berubah. Kamu memasuki masa yang disebut pubertas. Remaja putri mengalami haid dan payudara yang membesar. Sementara itu, remaja putra mulai memiliki rambut-rambut di wajah, dada yang semakin bidang, dan otot yang semakin kuat dan besar. Ini merupakan hal yang wajar karena adanya hormon-hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan sistem reproduksimu. Hal ini merupakan bagian dari reproduksi seksual dan menunjukkan perkembangan sistem reproduksi manusia.

Gambar 3.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 3 pada Buku Siswa

Pada Buku Siswa, apersepsi dimulai dengan pertanyaan mengenai perubahan yang terjadi pada diri peserta didik bukan hanya perubahan pada tubuh tetapi juga perilaku. Guru dapat meminta peserta didik mengingat-ingat kira-kira saat mereka di kelas VII, berapa tinggi badan dan berat mereka, perubahan apa yang terjadi dalam dua tahun belakangan. Guru dapat memulai pembelajaran dengan bertanya apakah perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan. Guru juga bisa menanyakan faktor apa saja yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan manusia.

Selain apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa, guru juga dapat melakukan apersepsi berikut.

1. Guru mengajak peserta didik untuk mengunjungi puskesmas sekitar untuk mencari data/informasi tentang data kehamilan berdasarkan usia perempuan. Pada usia berapakah perempuan paling banyak hamil? Berapa usia tertinggi perempuan yang dapat hamil berdasarkan data di puskesmas tersebut? Apakah ada kaitannya antara usia dengan sistem reproduksi manusia? Dengan aktivitas ini setidaknya peserta didik sudah mempunyai bayangan tentang pelajaran sistem reproduksi ini.
2. Guru meminta peserta didik untuk melihat data-data tentang kehamilan di usia dini dan apa risiko yang dihadapi oleh anak-anak tersebut.
3. Guru dapat membuat debat tentang kehamilan dan pernikahan di usia dini berikut pro dan kontranya.
4. Guru dapat membuat diagram perkembangan manusia yang bisa digunting dan ditempel, mulai dari fertilisasi, zigot, blastula, morula, embrio, janin, bayi, balita, anak-anak, remaja, hingga dewasa.
    - Guru juga menyediakan keterangan untuk tiap perkembangan manusia pada diagram yang terpisah.
    - Guru dapat menyalin diagram-diagram tersebut tergantung dari jumlah kelompok yang dibentuk.
    - Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok dan diberikan guntingan diagram-diagram tersebut.
    - Minta peserta didik untuk mengurutkan perkembangan manusia berikut keterangannya di selembar karton besar. Setelah selesai, guru bisa meminta peserta didik mencocokkan urutan perkembangan manusia beserta keterangannya.

Aktivitas apersepsi di atas hanyalah beberapa alternatif. Guru dapat dan sebaiknya menyusun sendiri aktivitas apersepsi yang paling tepat untuk kondisi dan kebutuhan peserta didik di kelas.

E. Formatif Awal

Aktivitas formatif awal pada Buku Siswa adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.

Sebelum membahas bab ini lebih lanjut, diskusikanlah jawaban dari pertanyaan-pertanyaan berikut dengan teman-temanmu.

1. Apa yang kalian ketahui mengenai sistem reproduksi manusia?
2. Tahukah kalian mengenai perbedaan pertumbuhan dan perkembangan?
3. Apakah ada kaitan antara usia dengan sistem reproduksi manusia?
4. Apakah ada kaitan antara hormon dan sistem reproduksi manusia?
5. Bagaimana cara menjaga kesehatan sistem reproduksi kalian?

Gambar 3.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 3 pada Buku Siswa

Aktivitas formatif awal dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya:

- Guru membuat kuis seperti *'Kahoot"* atau aplikasi interaktif lainnya terkait konsep prasyarat. Peserta didik dapat menjawab berdasarkan pertanyaan dan jawaban yang telah disiapkan. Guru dapat membahas di dalam kelas dan memberikan penguatan pada materi yang diperlukan.
- Guru bisa mengadakan aktivitas memilih dan menjodohkan dengan beberapa kata kunci. Peserta didik diminta memilih dan menjodohkan kata-kata tersebut apakah berhubungan dengan sistem reproduksi manusia. Contoh kata kunci yang dimaksud adalah paru-paru, jantung, menstruasi, ovarium, hati, ginjal, sperma, ovum/telur, dan sebagainya.
- Guru dapat meminta peserta didik mengisi tabel T-I-S untuk mengorganisasikan pertanyaan peserta didik ataupun jawaban peserta didik selama periode pembelajaran. Tabel T-I-S adalah tabel berisi 3 kolom seperti Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Tabel T-I-S

Aku TAHU (T)	Aku INGIN tahu (I)	Aku SUDAH belajar (S)

- Guru juga dapat melakukan formatif awal nonkognitif seperti dengan memberikan pertanyaan reflektif yang membuat peserta didik merefleksikan nilai, kepercayaan, dan perilaku. Berikut adalah contoh-contoh pertanyaannya.
  a. Apa perasaan kalian ketika mempelajari sistem reproduksi manusia?
  b. Nilai-nilai apa saja yang bisa kalian dapat ketika mendiskusikan tentang pubertas, reproduksi, dan hubungan dengan teman dan orang tua?
  c. Apa yang kalian akan utarakan ketika teman kalian menanyakan pertanyaan yang bersifat pribadi mengenai sistem reproduksi sementara kalian merasa tidak nyaman untuk menjawab pertanyaan tersebut?
- Guru juga dapat membuat kelompok diskusi dengan topik diskusi seperti berikut.
  a. Mengapa penting menghormati kepercayaan dan budaya yang berbeda ketika berbicara tentang sistem reproduksi?
  b. Bagaimana sosial media memengaruhi pemahaman tentang pubertas dan citra/bentuk tubuh?
  c. Bagaimana membentuk lingkungan yang sehat dan nyaman untuk membicarakan kesehatan reproduksi?

Saat menyusun formatif awal kognitif dan nonkognitif sebaiknya guru bisa memberikan pertanyaan-pertanyaan yang relevan dan dekat dengan keseharian peserta didik. Guru juga harus menghindari pertanyaan yang bersifat sensitif sehingga peserta didik merasa nyaman bertanya dan belajar mengenai sistem reproduksi ini. Hal penting yang perlu dilakukan guru sepanjang proses penilaian ini adalah mendokumentasikannya. Ini karena hasil penilaian sebelum pembelajaran sangat dibutuhkan guru dalam merancang strategi pembelajaran yang tepat selanjutnya. Hal-hal yang perlu dicatat guru misalnya seperti berikut.

1. Bagaimana keadaan peserta didik saat melakukan penilaian sebelum pembelajaran? Keadaan peserta didik memengaruhi hasil kerjanya. Peserta didik yang sedang dalam kondisi tidak kondusif kemungkinan akan memberikan hasil kerja yang tidak optimal dan tidak menggambarkan kemampuan yang sesungguhnya.

2. Apa kata-kata kunci yang menunjukkan pemahaman atau kesalahan pemahaman (miskonsepsi) pada peserta didik? Tingkat pemahaman peserta didik dapat digunakan guru dalam merancang langkah pembelajaran serta tingkat kesulitan materi yang akan dipelajari. Adapun informasi mengenai miskonsepsi yang terjadi dapat digunakan guru untuk memberikan penguatan sebelum melangkah ke konsep yang lebih rumit.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Subbab C. Siklus Hidup Manusia

Tabel 3.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 3.1 Ayo Komunikasikan	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
	Mengaplikasikan	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
Aktivitas 3.2 Ayo Komunikasikan	Memahami	Memahami perbedaan kebudayaan di Indonesia dalam merayakan pertumbuhan dan perkembangan
	Mengaplikasikan	Menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya
	Merefleksikan	Berbangga dan menjunjung perbedaan yang ada di Indonesia, menumbuhkan cinta tanah air

Berikut adalah penjelasan untuk aktivitas di dalam Subbab C.

Aktivitas 3.1 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini merupakan formatif utama dalam subbab ini. Langkah-langkah dalam melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

1. Guru meminta peserta didik membentuk kelompok yang terdiri dari tiga orang berdasarkan kedekatan tempat tinggal. Hal ini dikarenakan mereka akan mengunjungi puskesmas, klinik, ataubidan terdekat untuk menanyakan terkait perkembangan dan pertumbuhan janin dari minggu ke satu hingga kelahiran.
2. Guru menjelaskan kepada peserta didik mengenai aktivitas tersebut berdasarkan Buku Siswa. Peserta didik diminta untuk mengembangkan pertanyaan-pertanyaannya sendiri sebelum melakukan wawancara.
3. Guru menjelaskan kepada peserta didik mengenai kriteria penilaian untuk poster dan pertanyaan wawancara. Peserta didik dapat menyampaikan pendapat mereka mengenai kriteria atau aspek-aspek penting untuk pertanyaan yang akan mereka ajukan.
4. Guru mengingatkan peserta didik untuk membuat poster yang informatif dan mudah dipahami agar dapat bermanfaat bagi orang yang melihatnya.

Aktivitas 3.2 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini merupakan kegiatan formatif yang mendorong peserta didik untuk lebih cinta tanah air yang berkaitan dengan keragaman budaya di Indonesia khususnya dalam merayakan peralihan dari masa anak-anak ke dewasa. Formatif ini bersifat mandiri. Peserta didik dapat mempresentasikan hasilnya di depan kelas. Langkah-langkah dalam melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

1. Guru menjelaskan bahwa Indonesia memiliki banyak kultur yang merayakan peralihan dari anak-anak menjadi dewasa.
2. Melalui internet, peserta didik diminta mencari informasi mengenai budaya Indonesia tersebut. Peserta didik dapat memilih salah satu dari provinsi di Indonesia yang memiliki budaya tersebut. Peserta didik dapat mengajukan provinsi yang dipilih kepada guru, diharapkan dalam satu kelas dapat mempresentasikan budaya dari Sabang sampai Merauke.
3. Peserta didik dapat mengusulkan poin-poin ataupun kriteria yang akan mereka masukkan ke dalam video atau poster mereka.
4. Peserta didik dapat membuat video presentasi ataupun poster yang informatif dan menarik serta mengunggahnya ke media sosial, sehingga dapat memberikan pengetahuan kepada orang lain.

Subbab D. Keluarga Berencana

Tabel 3.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab D

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 3.3 Ayo Selidiki	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
	Mengaplikasikan	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata dan/atau kehidupan sehari-hari

Berikut ini adalah penjelasan aktivitas di Subbab D.

Aktivitas 3.3 Ayo Selidiki

Aktivitas ini merupakan kegiatan formatif yang mendorong peserta didik melakukan penyelidikan secara langsung, dengan tujuan untuk memperdalam pengetahuan dan mengembangkan keterampilan survei. Langkah-langkah pelaksanaannya adalah seperti berikut.

1. Guru menjelaskan tujuan dari aktivitas ini. Aktivitas ini merupakan aktivitas yang dikerjakan secara berkelompok. Peserta didik akan mensurvei penggunaan metode kontrasepsi pada laki-laki dan perempuan di sekitar lingkungan mereka. Dengan metode survei ini, peserta didik akan mengerti jenis-jenis KB, manfaat, keluhan, ataupun kekhawatiran menggunakan metode KB tersebut.
2. Guru dapat membimbing peserta didik sebelum melakukan survei dengan mendiskusikan pertanyaan-pertanyaan yang akan ditanyakan kepada rumah tangga yang akan disurvei.
3. Peserta didik dapat membuat poster yang informatif dan menarik lalu mempresentasikannya di depan kelas. Jika memungkinkan, guru juga dapat mengundang dokter atau bidan untuk menerangkan tipe-tipe kontrasepsi, manfaat, hingga kekurangannya.

Jika aktivitas ini dirasa tidak dapat dilaksanakan, peserta didik dan kelompoknya dapat kembali mengunjungi puskesmas terdekat dan menanyakan data-data tentang metode kontrasepsi, beserta berapa banyak pengguna metode kontrasepsi pada laki-laki dan perempuan, jenis-jenis KB,

manfaat, keluhan ataupun kekhawatiran menggunakan metode KB tersebut. Setelah mendapatkan data tersebut, peserta didik dapat membuat laporan singkat disertai data-data yang didapatkan.

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Berikut adalah beberapa alternatif diferensiasi pembelajaran pada bab ini.

- Pada Aktivitas 3.1, peserta didik diarahkan untuk mengembangkan sendiri pertanyaan-pertanyaan sebelum mereka melakukan wawancara. Kesempatan untuk memilih dan mengembangkan pertanyaan sendiri diharapkan dapat memberi pengalaman belajar yang beragam dan dapat memfasilitasi keragaman cara belajar peserta didik.
- Peserta didik juga terlibat dalam pembuatan kriteria penilaian untuk poster dan wawancara. Dengan keterlibatan ini, peserta didik berkontribusi dalam keragaman cara berpikir dalam memberikan solusi.
- Pada Aktivitas 3.2, peserta didik diberikan kebebasan dalam memilih daerah mana yang akan mereka presentasikan, begitupun pengajuan poin-poin ataupun kriteria yang akan dimasukkan ke dalam produk mereka. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik mendapatkan fasilitas dalam keragaman belajar.
- Diferensiasi produk juga terlihat dari Aktivitas 3.1 dan Aktivitas 3.2, yaitu peserta didik bebas memilih produk untuk mempresentasikan hasil riset ataupun observasi mereka.
- Aktivitas-aktivitas di 3.1 ataupun 3.3 dikerjakan secara berkelompok. Peserta didik memiliki pembagian tugas yang berbeda-beda. Guru dapat memberikan masukan dalam pembagian tugas dan memastikan bahwa setiap peserta didik terlibat dalam aktivitas tersebut.
- Jika guru merasa peserta didik memiliki keterbatasan pemahaman konsep dalam tiap aktivitas, diferensiasi dapat dilakukan dengan memberikan video, penjelasan lebih terperinci, ataupun demonstrasi sederhana di kelas.

3. Miskonsepsi/Materi Sensitif

Di dalam Bab Sistem Reproduksi Manusia ini, cukup banyak miskonsepsi, misinterpretasi, maupun materi sensitif yang harus didiskusikan agar tidak terjadi kesalahpahaman. Miskonsepsi yang sering terjadi adalah sebagai berikut.

a. Kesalahpahaman dalam pemahaman menstruasi: Banyak yang mengira bahwa darah menstruasi adalah “darah kotor”, padahal darah tersebut adalah proses natural dari meluruhnya dinding rahim. Banyak juga orang yang menyangka bahwa perempuan tidak dapat hamil pada saat menstruasi.
b. Mitos dalam proses fertilisasi: Banyak yang berpendapat bahwa kehamilan dapat terjadi karena sentuhan seperti berpelukan atau berciuman antara laki-laki dan perempuan. Kehamilan terjadi dikarenakan bersatunya sel sperma dan sel telur, bukan karena sentuhan seperti berpegangan tangan ataupun berpelukan.
c. Kesalahpahaman bahwa hanya perempuan saja yang memiliki hormon estrogen, atau hanya pria saja yang memiliki hormon testosteron. Keduanya memiliki hormon tersebut, tetapi jumlahnya berbeda.
d. Kesalahpahaman bahwa seluruh metode kontrasepsi dapat 100% efektif mencegah kehamilan.

Sedangkan materi sensitif yang berkenaan dengan bab ini adalah sebagai berikut.

a. Di dalam beberapa budaya, mendiskusikan seks, ataupun kontrasepsi adalah hal yang tabu. Namun, seiring perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan, peserta didik harus mengenali tubuh mereka sendiri sedini mungkin agar dapat menjaga tubuh mereka dari hal-hal yang tidak diinginkan.
b. Beberapa peserta didik mungkin malu membicarakan atau bertanya tentang badan mereka, takut dijadikan bahan lelucon yang membuat tidak nyaman dalam proses belajar.

Adapun strategi yang dapat disiapkan guru untuk menghadapi materi sensitif tersebut antara lain.

- Membuat peraturan di kelas agar menghargai dan menghormati setiap pertanyaan.
- Menggunakan terminologi saintifik sehingga membuat peserta didik terbiasa menggunakan istilah-istilah ilmiah tersebut.
- Memberi forum kepada peserta didik untuk bertanya secara anonim, dengan menggunakan formulir daring.

4. Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3)

Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati selama dalam perjalanan mengunjungi puskesmas, klinik, bidan, ataupun saat mereka melakukan survei di lingkungan dekat rumah mereka. Guru juga perlu mengingatkan bahwa peserta didik harus tertib dan menerapkan protokol kesehatan, seperti menjaga jarak, memakai masker, dan mencuci tangan selama berada di lingkungan puskesmas atau klinik. Pada aktivitas menyebarkan informasi ke media sosial, guru berperan untuk mengingatkan agar bijak dalam bermedia sosial, unggah informasi dengan kalimat dan kata-kata yang baik, serta hindari memberikan informasi yang bersifat sensitif.

5. Asesmen Formatif

Berikut adalah contoh instrumen penilaian yang dapat digunakan. Guru dapat berkolaborasi dengan peserta didik untuk membuat rubrik agar sesuai dengan kondisi peserta didik.

Rubrik penilaian untuk Aktivitas 3.1 di mana peserta didik mengunjungi puskesmas untuk menanyakan pertumbuhan dan perkembangan janin dari minggu ke minggu ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.1

	Melebihi Ekspektasi	Sesuai Ekspektasi	Sedang Berkembang
Penjelasan mengenai pertumbuhan janin dari minggu satu hingga lahir	Peserta didikmampu menjelaskan secara detail mengenai pertumbuhan janin, mulai dari ukuran dan berat serta organ yang terbentuk.	Peserta didik mampu menjelaskan mengenai pertumbuhan janin, mulai dari ukuran dan berat serta organ yang terbentuk.	Peserta didik berusaha menyebutkan pertumbuhan janin, mulai dari ukuran dan berat serta organ yang terbentuk.
Produk yang ditampilkan	Peserta didikmampu menghasilkan produk yang menarik, rapi dan terstruktur, lengkap dengan kutipan dan daftar pustaka.	Peserta didik mampu menghasilkan produk yang sesuai, terstruktur lengkap dengan daftar pustaka.	Peserta didik berusaha menghasilkan produk yang sesuai, walau masih banyak kekurangan dari segi struktur maupun penampilan produk.

Rubrik penilaian untuk Aktivitas 3.2 di mana peserta didik mengunjungi puskesmas untuk menanyakan pertumbuhan dan perkembangan janin dari minggu ke minggu ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.2

	Melebihi Ekspektasi	**Sesuai Ekspektasi**	**Sedang Berkembang**
Penjelasan mengenai upacara dan tradisi yang ada di Indonesia untuk merayakan pergantian status dari anak-anak menjadi remaja atau dewasa	Peserta didik mampu menjelaskan secara detail mengenai budaya Indonesia dalam merayakan perubahan status dari anak-anak menjadi remaja atau dewasa, mulai dari tata cara upacara sampai waktu melakukan upacara.	Peserta didikmampu menjelaskan mengenai mengenai budaya Indonesia dalam merayakan perubahan status dari anak-anak menjadi remaja atau dewasa, mulai dari tata cara upacara sampai waktu melakukan upacara.	Peserta didik berusaha menyebutkan mengenai budaya Indonesia dalam merayakan perubahan status dari anak-anak menjadi remaja atau dewasa, mulai dari tata cara upacara sampai waktu melakukan upacara.
Produk yang ditampilkan	Peserta didikmampu menghasilkan produk yang menarik, rapi dan terstruktur, lengkap dengan kutipan dan daftar pustaka.	Peserta didik mampu menghasilkan produk yang sesuai, terstruktur lengkap dengan daftar pustaka.	Peserta didik berusaha menghasilkan produk yang sesuai, walau masih banyak kekurangan dari segi struktur maupun penampilan produk.

Rubrik penilaian untuk Aktivitas 3.3 di mana peserta didik mengunjungi puskesmas untuk menanyakan pertumbuhan dan perkembangan janin dari minggu ke minggu ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Rubrik Penilaian Aktivitas 3.3

Aspek Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)	Keterangan
Akurasi Informasi	Data dari wawancara lengkap, valid, dan disajikan runtut.	Data cukup lengkap dan runtut.	Data kurang lengkap atau tidak runtut.	Informasi tidak akurat/tidak sesuai.	
Kreativitas dan Tampilan Poster	Poster menarik, visual mendukung isi, dan sesuai dengan target audiens.	Poster cukup menarik dan komunikatif.	Poster kurang menarik atau visual kurang jelas.	Poster tidak jelas atau membingungkan.	Aktivitas ini juga dapat dinilai oleh guru mata pelajaran Bahasa Indonesia dan Matematika.
Keterkaitan Isi dan Tujuan	Informasi terhubung erat dengan tema.	Ada keterkaitan, meski belum utuh	Masih umum dan tidak fokus pada isu	Tidak ada kaitan dengan tema	

G. Sumatif

Pada bab ini, asesmen sumatif menggunakan projek akhir bab. Guru memberikan projek akhir bab untuk mengasah keterampilan inkuiri dan kontribusi sains untuk lingkungan sekitar. Projek akhir bab ini mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi perkembangan anak. Salah satu faktor yang cukup berpengaruh pada *stunting* adalah pengetahuan ibu yang kurang memadai terhadap tumbuh kembang anak. Melalui projek akhir bab ini, peserta didik diharapkan dapat memberikan pengetahuan dengan cara berkampanye yang ditujukan untuk mengedukasi ibu-ibu di sekitar tempat tinggal mereka. Kampanye tersebut dapat dilakukan dengan membuat poster ataupun selebaran yang bisa ditempel atau dibagikan di posyandu-posyandu terdekat. Setelah produk dibuat dan disebarkan, peserta didik dapat mempresentasikan hasil kerja mereka di depan kelas.

Tabel 3.7 Rubrik untuk Projek Akhir Bab 3

Level Pencapaian	Deskripsi	Diindikasikan dengan
Sangat mahir (9–10)	• Peserta didik dapat mendeskripsikan bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah atau isu khusus. • Peserta didik dapat mendiskusikan dan menganalisis bagaimana implikasi penggunaan sains berdampak untuk memecahkan masalah atau isu yang berhubungan dengan suatu faktor yang telah dipilih (kesehatan, lingkungan, sosial, ekonomi, moral, etika, budaya) • Peserta didik dapat secara konsisten menggunakan terminologi sains dalam mengomunikasikan informasi yang didapat secara jelas dan terperinci. • Peserta didik dapat secara konsisten mendokumentasikan sumber yang didapat secara terperinci.	• Peserta didik mampu mendeskripsikan informasi yang didapat, yang berhubungan dengan *stunting* dan bahayanya, faktor-faktor yang memengaruhi *stunting*, data atau infografik tentang tumbuh dan kembang anak. • Peserta didik mampu mendiskusikan dan menganalisis dengan detail seluruh pertanyaan pemandu dan bagaimana menjelaskan efek positif dan negatif dari solusi yang diberikan, yang dihubungkan dengan salah satu faktor yang disebutkan di atas. • Peserta didik menggunakan terminologi sains secara konsisten dan jelas dalam produk mereka. • Peserta didik menyediakan gambar atau diagram yang relevan untuk mendukung isi produk sebagai representasi visual. • Peserta didik menyertakan baik kutipan maupun daftar pustaka, dari sumber yang dipakai secara konsisten.

Level Pencapaian	Deskripsi	Diindikasikan dengan
Mahir (7–8)	• Peserta didik dapat meringkas bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah atau isu khusus. • Peserta didik dapat mendeskripsikan bagaimana implikasi penggunaan sains berdampak untuk memecahkan masalah atau isu yang berhubungan dengan suatu faktor yang telah dipilih (kesehatan, lingkungan, sosial, ekonomi, moral, etika, budaya) • Peserta didik terkadang menggunakan terminologi sains dalam mengomunikasikan informasi yang didapat secara jelas dan terperinci. • Peserta didik terkadang mendokumentasikan sumber yang didapat secara terperinci.	• Peserta didik mampu meringkas informasi yang didapat, yang berhubungan dengan *stunting* dan bahayanya, faktor-faktor yang memengaruhi *stunting*, data atau infografik tentang tumbuh dan kembang anak. • Peserta didik mampu mendeskripsikan seluruh pertanyaan pemandu dan bagaimana menjelaskan efek positif dan negatif dari pola hidup/metode diet yang dihubungkan dengan salah satu faktor yang disebutkan di atas. • Peserta didik menggunakan sebagian besar terminologi sains dalam produk mereka. • Peserta didik menyediakan gambar atau diagram untuk mendukung isi produk sebagai representasi visual. • Peserta didik menyertakan baik kutipan maupun daftar pustaka, dari sumber yang dipakai secara konsisten dengan sedikit kesalahan.

Level Pencapaian	Deskripsi	Diindikasikan dengan
Cukup mahir (4–6)	• Peserta didik membuat kerangka bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah atau isu khusus. • Peserta didik dapat membuat kerangka bagaimana implikasi penggunaan sains berdampak untuk memecahkan masalah atau isu yang berhubungan dengan suatu faktor yang telah dipilih (kesehatan, lingkungan, sosial, ekonomi, moral, etika, budaya). • Peserta didik cukup jarang menggunakan terminologi sains dalam mengomunikasikan informasi yang didapat. • Peserta didik terkadang mendokumentasikan sumber yang didapat.	• Peserta didik mampu membuat kerangka informasi yang didapat, yang berhubungan dengan *stunting* dan bahayanya, faktor-faktor yang memengaruhi *stunting*, data atau infografik tentang tumbuh dan kembang anak. • Peserta didik mampu membuat kerangka seluruh pertanyaan pemandu dan bagaimana efek positif dan negatif dari pola hidup/metode diet yang dihubungkan dengan salah satu faktor yang disebutkan di atas. • Peserta didik cukup jarang menggunakan sebagian besar terminologi sains dalam produk mereka. • Peserta didik menyediakan gambar atau diagram yang tidak relevan dengan isi produk. • Peserta didik hanya menyertakan kutipan atau daftar pustaka, dari sumber yang dipakai dengan sedikit kesalahan.

Level Pencapaian	Deskripsi	Diindikasikan dengan
Berusaha (1–3)	• Peserta didik dapat melakukan (dengan segala keterbatasan) menyebutkan bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah atau isu khusus. • Peserta didik dapat melakukan (dengan segala keterbatasan) menyebutkan bagaimana implikasi penggunaan sains berdampak untuk memecahkan masalah atau isu yang berhubungan dengan suatu faktor yang telah dipilih (kesehatan, lingkungan, sosial, ekonomi, moral, etika, budaya). • Peserta didik tidak menggunakan terminologi sains dalam mengkomunikasikan informasi yang didapat • Peserta didik tidak mendokumentasikan sumber yang didapat.	• Peserta didik mencoba menyebutkan informasi yang didapat, yang berhubungan dengan *stunting* dan bahayanya, faktor-faktor yang memengaruhi *stunting*, data atau infografik tentang tumbuh dan kembang anak. • Peserta didik mencoba menyebutkan seluruh pertanyaan pemandu dan bagaimana efek positif dan negatif dari pola hidup/metode diet yang dihubungkan dengan salah satu faktor yang disebutkan di atas. • Peserta didik tidak menggunakan atau sangat sedikit menggunakan terminologi sains dalam produk mereka. • Peserta didik mencoba menyediakan gambar atau diagram yang tidak relevan dengan isi produk. • Peserta didik hanya menyertakan kutipan atau daftar pustaka, dari sumber yang dipakai dan tidak sesuai dengan konvensi yang disepakati.
Tidak mengerjakan/ sangat terbatas	Peserta didik tidak mencapai standar dengan apa yang dideskripsikan di atas.	Peserta didik tidak membuat produk yang sesuai dengan kriteria.

Pedoman penskoran sesuai instrumen di atas:

Setiap kriteria bernilai 10 sehingga total skor adalah 50.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah poin yang diraih}}{50} \times 100$$

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A

1. Nama bagian dan fungsi dari setiap struktur yang diberi label A, B, dan C:
   A = Oviduk untuk tempat fertilisasi
   B = Ovarium untuk oogenesis
   C = Uterus untuk implantasi

2. Organ-organ utama dalam sistem reproduksi laki-laki antara lain:
   Testis
   Epididimis
   Vas deferens
   Uretra
   Penis
   Vesikula seminalis
   Kelenjar prostat

3. Fungsi ovarium adalah menghasilkan sel telur (ovum) dan menghasilkan hormon reproduksi wanita (estrogen dan progesteron) yang berperan dalam siklus menstruasi dan perkembangan ciri-ciri seksual sekunder.

4. Berikut perbedaan dan persamaan fungsi dari testis dan ovarium.
   Testis: menghasilkan sel sperma dan hormon testosteron.
   Ovarium: menghasilkan sel telur dan hormon estrogen serta progesteron.
   - Persamaannya adalah keduanya merupakan gonad (kelenjar kelamin) utama yang menghasilkan gamet (sel kelamin) dan hormon reproduksi.
   - Perbedaannya adalah testis menghasilkan sperma & testosteron, sedangkan ovarium menghasilkan ovum dan estrogen/progesteron.

5. Dinding uterus (endometrium) penting dalam proses implantasi karena menyediakan tempat untuk embrio menempel (implantasi), serta mengandung pembuluh darah dan kelenjar yang kaya nutrisi untuk

mendukung pertumbuhan embrio. Jika endometrium tidak tebal dan sehat, embrio tidak bisa melekat dengan baik sehingga kehamilan sulit terjadi.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B

1. Berikut ini hormon-hormon yang terlibat dalam siklus menstruasi.
   - FSH (*Follicle Stimulating Hormone*): merangsang pematangan folikel di ovarium.
   - LH (*Luteinizing Hormone*): memicu ovulasi (pelepasan sel telur) dan pembentukan korpus luteum.
   - Estrogen: dihasilkan folikel yang berkembang; berfungsi menebalkan endometrium.
   - Progesteron: dihasilkan korpus luteum setelah ovulasi; mempertahankan penebalan endometrium agar siap untuk implantasi.

2. Fase Praovulasi (hari 1–14)
   - Uterus*:* endometrium menipis saat menstruasi, kemudian menebal kembali karena dipengaruhi estrogen.
   - Ovarium*:* folikel berkembang di bawah pengaruh FSH, menghasilkan estrogen, dan mendekati ovulasi.

   Fase Pascaovulasi (hari 15–28)
   - Uterus*:* endometrium semakin menebal, kaya pembuluh darah dan kelenjar, dipengaruhi progesteron.
   - Ovarium: folikel yang pecah menjadi korpus luteum, menghasilkan progesteron dan estrogen.

3. a. Pola perubahan ketebalan endometrium (dinding rahim) dari hari ke-1 hingga hari ke-28: Menipis (hari 1–5) → menebal (hari 6–14) → sangat tebal (hari 15–28).
   b. Endometrium mulai menebal pada fase praovulasi akhir & pascaovulasi (hari 6–28).

4. Jika proses fertilisasi tidak terjadi maka korpus luteum degenerasi, progesteron & estrogen turun, endometrium luruh sehingga terjadi menstruasi.

5. Siklus tersebut masih normal **(rentang 21–35 hari). Ovulasi tetap ada, hanya** lebih cepat (hari 7–10). Kesempatan hamil tetap ada.

Ayo Uji Kemampuan Subbab C

1. Perkembangan zigot menjadi embrio:
   - Fertilisasi: sperma membuahi ovum → terbentuk zigot.
   - Zigot membelah secara mitosis (*cleavage*) → morula (bola sel).
   - Morula berkembang jadi blastula (blastokista) → implantasi di endometrium.
   - Sel terus berdiferensiasi → terbentuk gastrula → muncul tiga lapisan embrionik (ektoderm, mesoderm, endoderm).
   - Dari lapisan itu terbentuk organ-organ dasar → disebut embrio.
2. Fungsi dari cairan ketuban:
   - melindungi janin dari guncangan/trauma.
   - menjaga suhu rahim tetap stabil.
   - memberi ruang janin untuk bergerak.
   - mencegah gesekan langsung janin dengan dinding rahim.
3. Jika janin tidak mendapatkan nutrisi yang cukup dari plasenta maka terjadi hal-hal berikut.
   - Pertumbuhan janin terhambat.
   - Berat badan lahir rendah.
   - Risiko cacat perkembangan organ.
   - Jika parah → janin bisa meninggal dalam kandungan.
4. Kematangan organ reproduksi (spermatogenesis & ovulasi). Ciri-ciri seksual sekunder:
   - Laki-laki: suara membesar, tumbuh kumis/jenggot, otot berkembang.
   - Perempuan: payudara membesar, pinggul melebar, menstruasi.
   - Tercapainya pertumbuhan fisik maksimal.
   - Emosi dan tanggung jawab makin stabil.
5. Embrio (minggu 1–8) → organ dasar mulai terbentuk
   Janin (bulan 2–9) → organ berkembang, siap lahir.
   Bayi (0–1 tahun) → pertumbuhan cepat, belajar bergera,k dan kemampuan bicara awal.
   Anak-anak (1–10 tahun) → pertumbuhan fisik dan keterampilan.
   Remaja (10–20 tahun) → pubertas, ciri seksual sekunder, emosional.
   Dewasa (20 tahun ke atas) → fisik matang, siap bereproduksi, mandiri.

Ayo Uji Kemampuan Subbab D

1. Alat kontrasepsi yang dapat digunakan pada perempuan antara lain sebagai berikut.
   - Pil KB: mengandung hormon estrogen & progesteron → mencegah ovulasi.
   - Suntik KB: hormon, efeknya mirip pil tetapi lebih lama.
   - Implan (susuk): batang kecil ditanam di bawah kulit, melepaskan hormon.
   - IUD (spiral): dimasukkan ke dalam rahim, mencegah sperma bertemu ovum atau mencegah implantasi.
   - Diafragma/Kap serviks: alat penutup serviks agar sperma tidak masuk.
   - Tubektomi: pemotongan/penutupan saluran tuba falopi (permanen).
2. Alat kontrasepsi yang dapat digunakan pada laki-laki antara lain:
   - kondom untuk mencegah masuknya sperma ke tubuh wanita dan
   - vasektomi dengan cara mengikat/memotong saluran sperma sehingga sperma tidak keluar dari tubuh pria.
3. Persamaan:
   - Sama-sama mencegah kehamilan
   - Bisa bersifat sementara atau permanen

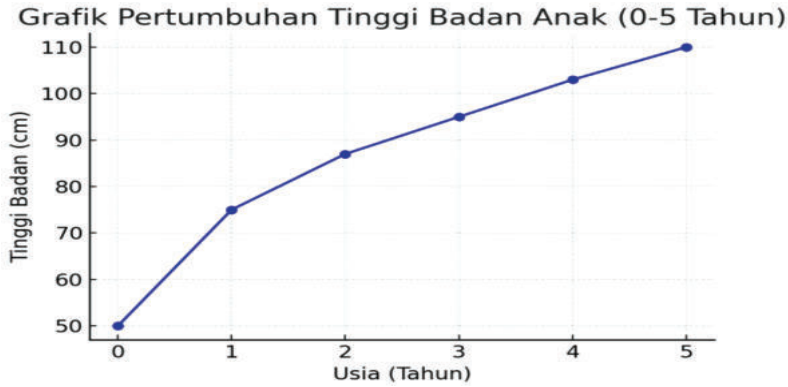
   Perbedaan:
   - Perempuan: lebih banyak pilihan (hormonal & nonhormonal), bekerja dengan mengatur siklus ovulasi atau mencegah implantasi
   - Laki-laki: lebih terbatas (kondom & vasektomi), bekerja dengan mencegah keluarnya atau masuknya sperma
4. Merokok dapat mempersempit pembuluh darah dan menyebabkan sistem sirkulasi bermasalah. Jika hal ini terjadi pada pembuluh di plasenta maka suplai darah ke janin akan terganggu akibatnya janin kekurangan nutrisi dan oksigen. Hal ini akan menyebabkan kematian janin.
5. Tulang tengkorak bayi saat lahir belum bersatu sehingga mempermudah kelahiran karena kepala bayi akan menyesuaikan dengan ukuran vagina ibu. Kepala bayi lebih mudah berubah bentuk saat persalinan.

Uji Kompetensi

1. Remaja atau pubertas
2. Zigot menjadi embrio, embrio menjadi fetus, fetus menjadi bayi.
3. - Mengalami menstruasi
   - Payudara mulai terbentuk
   - Bokong/pantat dan pinggul membesar dan melebar
   - Tumbuh rambut di ketiak dan kemaluan
4. - Organ seks berkembang.
   - Reproduksi sperma dimulai.
   - Rambut-rambut di wajah akan tumbuh.
   - Rambut ketiak dan kemaluan akan tumbuh.
   - Dada membidang.
   - Suara akan membesar.
   - Cara berpikir mulai berkembang seperti dewasa tetapi belum sepenuhnya bertanggung jawab.
5. Data di bawah ini menunjukkan tinggi badan seorang anak dari saat dilahirkan sampai dengan usia 5 tahun

Usia (Tahun)	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Rata-rata tinggi badan (cm)	50	75	87	95	103	110

a.



Lihat grafik yang dibuat oleh peserta didik, apakah X axis dan Y axis diberi label, apakah grafik diberi judul, dan apakah unit tepat.
X axis: Usia (Tahun)

Y axis: Tinggi badan (cm)
Judul: Grafik Pertumbuhan Tinggi Badan anak (0-5 Tahun)

b. Di usia 0 (baru lahir) hingga di usia 1 tahun

c. Di usia 1,5 tahun

I. Tindak Lanjut

Bagi peserta didik yang belum memahami makna pembelajaran dan terlihat belum menuntaskan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), guru dapat memberikan alternatif kegiatan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik. Peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami materi dapat didampingi langsung oleh guru, atau dilakukan *peer teaching* (tutor sebaya) bersama peserta didik lainnya. Berikut ini alternatif kegiatan bagi peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran.

1. Guru dapat memberikan penjelasan dengan metode yang berbeda seperti menonton video interaktif, animasi, ataupun diagram.
2. Guru dapat memberikan kuis melalui aplikasi permainan edukatif seperti Kahoot, Quizizz, dan sejenisnya.
3. Guru dapat memberikan remedial, dimulai dengan pertanyaan tingkat rendah lalu meningkat secara bertahap sampai ke tingkat analisis.
4. Guru meminta peserta didik menuliskan refleksi bagian mana yang dirasa sulit dan bagian mana yang sudah dikuasai.
5. Peserta didik yang sudah menuntaskan KKTP juga dapat membantu dalam proses *peer teaching* dengan teman sebayanya.

Bagi peserta didik yang telah mencapai tujuan pembelajaran, dapat diberikan tantangan pilihan yang tingkat kesulitannya lebih berat. Misalnya memberikan materi tambahan melalui riset mengenai topik bayi tabung atau IVF (*In Vitro Fertilization*), mulai dari proses dan prosedur IVF, keberhasilan program, biaya, efek samping, dan kontroversi di dalamnya. Peserta didik dapat mempresentasikannya di dalam kelompok kecil ataupun melakukan diskusi dan debat mengenai topik ini. Melalui kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu memahami pentingnya gaya hidup sehat dan juga mempelajari manajemen ekspektasi keberhasilan dan kegagalan. Selain itu, peserta didik juga berlatih untuk berpikir kritis dan berkomunikasi dengan baik.

J. Refleksi

1. Refleksi Peserta Didik

Di projek akhir bab, peserta didik diminta melakukan refleksi seperti keberhasilan apa yang sudah mereka capai, bagian mana yang paling menarik dan yang harus diperbaiki, serta adakah hal baru yang dipelajari dari aktivitas ini. Bagian refleksi ini ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut.

Refleksi

Setelah menyelesaikan aktivitas ini, refleksikan proses pengerjaan yang sudah dilakukan.

1. Keberhasilan apa yang sudah kalian capai?
2. Adakah hal yang menurut kalian perlu diperbaiki?
3. Hal baru apa yang kalian pelajari dari proses pengerjaan projek ini?

Gambar 3.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi pada Projek Akhir Bab 3

Sementara itu, refleksi di akhir bab ditunjukkan pada Gambar 3.5. Peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian refleksi ini.

Refleksi Akhir Bab

Setelah mempelajari bab ini, refleksikan kegiatan yang telah kamu lakukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

1. Apa bagian dari materi ini yang paling menarik dan mampu kamu kuasai dengan baik? Berikan alasanmu!
2. Bagian mana yang masih membutuhkan waktu untuk memahaminya?
3. Strategi apa yang kamu punya untuk meningkatkan kemampuanmu dalam memahami materi yang menurutmu sulit tersebut?
4. Apakah profil lulusan seperti kolaborasi, penalaran kritis, dan kreativitas sudah berkembang dalam dirimu?

Gambar 3.5 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 3

Selain itu, guru juga dapat menggunakan metode sederhana seperti sistem refleksi empat sudut, yaitu guru membagi sudut kelas menjadi empat, yaitu sudut 1 artinya sangat paham, sudut 2 artinya paham, sudut 3 artinya cukup paham, dan sudut 4 artinya tidak paham sama sekali. Guru bisa memberikan pertanyaan ataupun pernyataan mengenai fase pertumbuhan dan perkembangan, sistem reproduksi manusia, ataupun tentang alat-alat kontrasepsi.

2. Refleksi Guru

Pada refleksi akhir bab, guru mengulas dan mengintrospeksi proses belajar mengajar yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil refleksi ini, guru dapat melakukan perubahan, baik dalam strategi perencanaan maupun pelaksanaan pembelajaran. Tindakan reflektif ini penting dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Adapun pertanyaan-pertanyaan yang dapat dijadikan acuan sebagai indikator dalam refleksi akhir bab adalah sebagai berikut.

a. Apakah seluruh kegiatan pembelajaran mengenai sistem reproduksi manusia yang telah direncanakan terlaksana dengan lancar? Jika belum, kira-kira apa yang menjadi penghambat proses tersebut?
b. Apakah peserta didik menguasai seluruh materi pembelajaran mengenai sistem reproduksi manusia? Jika belum, siapa saja peserta didik tersebut dan materi mana saja yang belum dikuasai?
c. Solusi apa saja yang bisa diajukan sebagai perbaikan untuk pembelajaran struktur dan fungsi tubuh makhluk hidup yang selanjutnya?
d. Bagaimana perkembangan keterampilan inkuiri peserta didik dari penilaian-penilaian yang dilakukannya?
e. Prinsip Pembelajaran Mendalam manakah yang masih perlu dikuatkan dalam bab ini?
f. Apa tantangan yang dihadapi dalam merancang pembelajaran dalam bab ini agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan?

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama yang digunakan adalah Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

1. Biggs, A., Hagins, W.C., Holliday, W.G., Kapicka, C.L., Lundgren, L., MacKenzie, A.H., Rogers, W.D., Sewer, M.B., & Zike, D, *Glencoe Science: Biology.* (USA: McGraw-Hill Companies, Inc., 2008).
2. Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B, *Biology 8th edition* (USA: Pearson Education, Inc., 2008).
3. Pearson, *Interactive Science, Human Body System* (New Jersey: Pearson, 2011).
4. Rickard, G., Burger, N., Clarke, W., Geelan, D., Loveday, D., Moncton, S., . . . Whalley, K, *Science Focus 3.* (Sydney: Pearson Heinemann, 2020).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 4

Pewarisan Sifat dan Bioteknologi

A. Pendahuluan

Bab Pewarisan Sifat dan Bioteknologi memperkenalkan peserta didik pada dasar-dasar genetika dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Pada bab ini, peserta didik akan mempelajari bagaimana sifat diturunkan dari induk ke keturunannya melalui materi genetik (DNA), serta bagaimana pengetahuan tersebut dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi sederhana, seperti fermentasi dan rekayasa genetika. Pemahaman konsep pewarisan sifat mencakup pengertian gen, kromosom, DNA, alel, dominan-resesif, dan hukum Mendel sebagai dasar prediksi sifat keturunan. Sementara pada bioteknologi sederhana, peserta didik diajak mengenal penerapan mikroorganisme dalam kehidupan, seperti pembuatan tempe, yogurt, tape, dan antibiotik alami.

Pendekatan pembelajaran yang digunakan menekankan pengalaman langsung melalui pengamatan karakteristik fisik dalam keluarga, simulasi persilangan, hingga eksperimen sederhana fermentasi makanan. Aktivitas pembelajaran dirancang kontekstual dan relevan dengan kehidupan peserta didik, misalnya pengamatan bentuk daun keluarga, warna rambut atau golongan darah, serta praktik pembuatan makanan hasil fermentasi di rumah. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga menyadari bagaimana genetika dan bioteknologi berperan penting dalam kesehatan, pangan, dan lingkungan.

Isu-isu terkait genetika seperti risiko penyakit keturunan, teknik rekayasa genetik, serta keamanan produk hasil bioteknologi juga dikenalkan secara bertahap untuk meningkatkan literasi sains peserta didik dan keterampilan berpikir kritis. Guru didorong menggunakan beragam sumber belajar, seperti video eksperimen, hasil riset populer, wawancara dengan petani atau produsen makanan fermentasi, dan artikel ilmiah yang disederhanakan. Melalui pendekatan ini, peserta didik diharapkan dapat melihat manfaat bioteknologi sekaligus memahami etika dan tanggung jawabnya.

Tujuan pembelajaran dalam bab ini antara lain:

- mendeskripsikan struktur dan fungsi materi genetik (DNA, gen, kromosom),
- menjelaskan prinsip pewarisan sifat berdasarkan hukum Mendel,
- melakukan simulasi dan prediksi hasil persilangan sederhana,
- mengidentifikasi penerapan bioteknologi sederhana dalam kehidupan sehari-hari,
- melakukan praktik bioteknologi sederhana (fermentasi) dan mendokumentasikan hasilnya, dan
- menganalisis dampak sosial dan etika penggunaan bioteknologi dalam kehidupan.

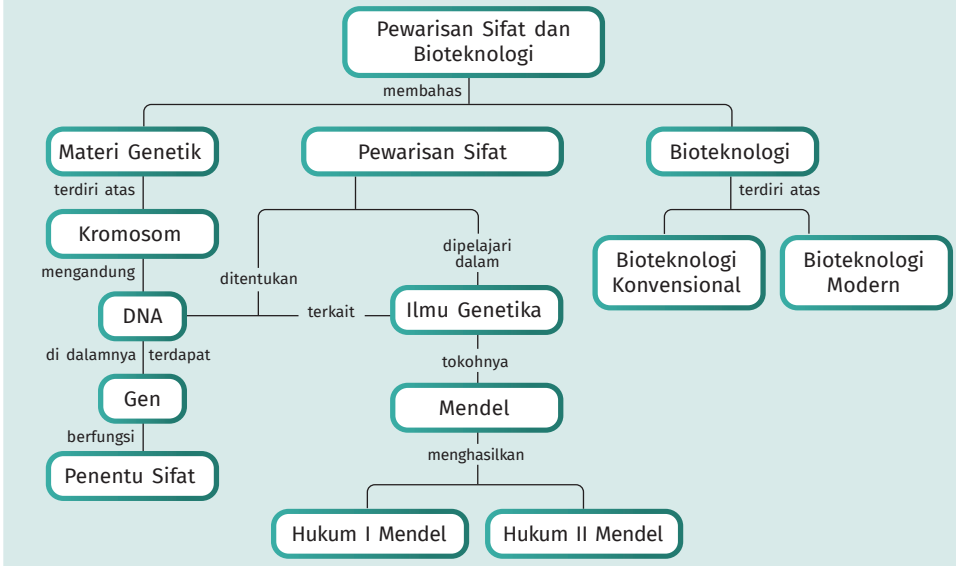
Aktivitas yang dirancang dalam bab ini juga bertujuan melatih keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengelompokkan, menyimpulkan, dan menyampaikan hasil observasi. Di akhir pembelajaran, peserta didik diarahkan untuk melakukan projek kecil seperti membuat laporan pewarisan sifat di keluarga, atau membuat produk fermentasi yang sehat dan aman, lalu mendiskusikan manfaatnya dalam menjaga ketahanan pangan.

Bab ini mendukung penguatan beberapa dimensi profil lulusan. Dimensi profil lulusan yang dikuatkan adalah sebagai berikut.

- Penalaran kritis: Penguatan dilakukan melalui analisis pola pewarisan dan dampaknya.
- Kreativitas: Penguatan kreativitas melalui merancang projek fermentasi atau media pembelajaran genetika.
- Kolaborasi dan kemandirian: Dikuatkan melalui eksperimen kelompok atau projek rumah.
- Komunikasi dan kesehatan: Peserta didik dilatih untuk menguatkan dimensi-dimensi tersebut saat menyampaikan hasil, menyusun laporan, serta menerapkan pengetahuan genetika dan bioteknologi untuk hidup sehat.

Untuk memudahkan peserta didik memahami materi pada bab ini, disajikan peta konsep yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.

Peta Konsep



Gambar 4.1 Peta konsep Bab Pewarisan Sifat dan Bioteknologi

Alokasi waktu yang diusulkan untuk mempelajari bab ini adalah sekitar 20 JP. Guru diharapkan dapat mengatur waktu secara efisien sehingga proses pembelajaran berjalan baik agar tujuan pembelajaran yang dapat dicapai.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Bab Pewarisan Sifat dan Bioteknologi merupakan bagian penting dalam pemahaman genetika dasar dan penerapan ilmu biologi dalam kehidupan sehari-hari. Bab ini menghubungkan prinsip-prinsip pewarisan sifat berdasarkan hukum Mendel dengan praktik bioteknologi sederhana seperti fermentasi. Agar peserta didik dapat mengikuti pembelajaran dengan optimal, penguasaan beberapa konsep dan keterampilan prasyarat sangat diperlukan sebagai fondasi pemahaman terhadap materi ini.

Berikut adalah konsep dan keterampilan prasyarat yang sebaiknya sudah dimiliki peserta didik sebelum mempelajari bab ini.

1. Peserta didik telah memahami struktur dan fungsi dasar sel, terutama inti sel sebagai pusat kendali yang mengandung materi genetik (DNA).
2. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian dasar gen, kromosom, dan DNA, serta peranannya dalam menentukan sifat makhluk hidup.
3. Peserta didik telah mengenal konsep keanekaragaman hayati, termasuk variasi sifat dalam satu spesies sebagai dasar variasi genetik.
4. Peserta didik mampu menganalisis dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup, termasuk ciri morfologi dan fisiologi organisme, yang membantu dalam pengamatan variasi sifat.
5. Peserta didik telah memiliki pengalaman membuat dan membaca tabel persilangan sederhana, seperti diagram Punnett, untuk memahami dominansi alel.
6. Peserta didik terbiasa melakukan pengamatan dan pencatatan data hasil eksperimen sederhana, seperti mencatat perubahan selama fermentasi.
7. Peserta didik telah memahami pentingnya mikroorganisme dalam kehidupan, misalnya dalam proses pembusukan atau produksi makanan.
8. Peserta didik terbiasa bekerja dalam kelompok dan melakukan refleksi, yang mendukung proses eksplorasi ilmiah dan berpikir kritis terhadap manfaat dan risiko bioteknologi.

Dengan bekal ini, peserta didik akan lebih siap untuk memahami bagaimana sifat diturunkan secara genetik dan bagaimana prinsip genetika digunakan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk produksi pangan dan pemuliaan. Pemahaman ini akan membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir logis, kritis, dan etis dalam menanggapi kemajuan bioteknologi serta dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan. Bab ini juga menumbuhkan profil lulusan dalam aspek penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kesehatan, komunikasi, dan kemandirian, sesuai dengan pendekatan pembelajaran mendalam yang berakar pada kehidupan nyata.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Pembelajaran pada bab ini didasarkan pada *problem-based learning* dan *discovery learning* yang mendorong peserta didik untuk aktif mengeksplorasi konsep pewarisan sifat dan penerapan bioteknologi sederhana. Guru memfasilitasi peserta didik untuk menyusun peta silsilah keluarga sederhana, melakukan simulasi persilangan menggunakan benda konkret, serta mengamati fermentasi makanan sebagai contoh nyata bioteknologi. Proses belajar dibangun dari pertanyaan-pertanyaan inkuiri yang menggugah rasa ingin tahu dan penalaran kritis peserta didik. Guru dapat mengombinasikan pembelajaran berbasis projek (*Project-Based Learning*) untuk membuat peserta didik merancang kampanye produk hasil fermentasi atau poster etika penggunaan bioteknologi. Penyesuaian strategi dilakukan berdasarkan karakteristik sekolah, minat peserta didik, dan sumber daya yang tersedia.

2. Kemitraan Pembelajaran

Guru dapat memperkuat kemitraan dengan orang tua melalui kegiatan observasi riwayat keluarga (misalnya warna mata, bentuk rambut, atau golongan darah) sebagai bagian dari pengayaan konsep pewarisan sifat. Kegiatan ini juga dapat menjadi sarana untuk menumbuhkan apresiasi terhadap keanekaragaman genetik di keluarga masing-masing. Untuk topik bioteknologi, kemitraan dapat diperluas dengan pelaku UMKM lokal, seperti pembuat tempe atau yogurt, untuk memberikan wawasan praktis. Guru juga dapat mengundang narasumber dari perguruan tinggi, laboratorium

pangan, atau dinas kesehatan secara daring atau luring untuk menjelaskan penerapan bioteknologi dalam industri makanan dan pengobatan. Bentuk kemitraan ini akan mengaitkan pembelajaran dengan dunia nyata secara langsung dan relevan.

3. Lingkungan Pembelajaran

Pembelajaran tidak hanya berlangsung di kelas, tetapi juga dapat dilakukan di rumah dan lingkungan sekitar. Aktivitas seperti membuat bioteknologi sederhana (misalnya fermentasi tape, yogurt, atau keju) bisa dilaksanakan di rumah dengan panduan guru. Ruang terbuka sekolah dapat digunakan untuk praktik pencatatan sifat fenotipe dari tumbuhan atau hewan di sekitar sekolah. Sementara itu, sudut kelas dapat disulap menjadi galeri silsilah keluarga atau pojok fermentasi. Guru juga dapat memanfaatkan perpustakaan atau ruang komputer untuk riset mandiri. Lingkungan pembelajaran yang fleksibel dan beragam memungkinkan peserta didik untuk mengalami pembelajaran secara nyata, kontekstual, dan menyenangkan.

4. Pemanfaatan Digital

Teknologi digital dapat diintegrasikan dalam banyak aspek pembelajaran. Peserta didik bisa menggunakan aplikasi simulasi persilangan (seperti *Punnett Square Simulator*), membuat silsilah keluarga digital, atau membuat video eksperimen fermentasi. Presentasi hasil projek dapat dilakukan menggunakan Canva, Google Slides, Padlet, atau aplikasi sejenis lainnya. Sementara untuk asesmen, guru dapat menggunakan platform seperti Google Forms,Quizizz, atau aplikasi lainnya untuk evaluasi pemahaman. Guru juga perlu mengajarkan prinsip literasi digital, etika dalam menggunakan konten digital, dan pentingnya mencantumkan sumber. Pemanfaatan digital yang bijak akan mengembangkan kompetensi komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan literasi informasi peserta didik.

D. Apersepsi

Untuk memulai kegiatan pembelajaran, guru dapat menggunakan apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa. Berikut adalah tangkapan layar terkait dengan apersepsi dari Buku Siswa (Gambar 4.2).

Pernahkah kamu memperhatikan mengapa warna mata, bentuk rambut, atau tinggi badanmu mirip dengan orang tuamu? Atau mengapa tanaman hasil cangkok bisa tumbuh lebih cepat dan memiliki buah yang lebih banyak? Semua itu berkaitan dengan pewarisan sifat, proses alamiah ketika informasi genetik diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Di sisi lain, manusia juga belajar memanfaatkan pengetahuan ini melalui bioteknologi sederhana, seperti membuat tape dari singkong atau yogurt dari susu. Inilah bukti bahwa ilmu pengetahuan tidak hanya membantu kita memahami diri sendiri, tetapi juga memberi manfaat praktis dalam kehidupan sehari-hari.

Gambar 4.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 4 pada Buku Siswa

Pada Buku Siswa, apersepsi pada dimulai dengan kegiatan reflektif yang mengajak peserta didik mengamati kemiripan mereka dengan anggota keluarga, seperti warna mata, bentuk rambut, atau tinggi badan. Kegiatan ini menumbuhkan kesadaran bahwa setiap individu memiliki ciri khas bawaan yang diwariskan dari orang tua. Peserta didik kemudian diajak untuk menuliskan kesamaan dan perbedaan antara mereka dan anggota keluarga lainnya, serta berdiskusi tentang kemungkinan alasan di balik hal tersebut. Tujuan utama dari aktivitas ini adalah membangun pemahaman awal tentang konsep pewarisan sifat dan mendorong rasa penasaran terhadap cara kerja gen dan kromosom dalam menentukan karakter seseorang.

Selanjutnya, peserta didik diajak menelaah fenomena nyata dalam kehidupan, seperti mengapa anak bisa memiliki golongan darah berbeda dengan orang tuanya, atau mengapa ada keluarga yang mewarisi penyakit tertentu. Pertanyaan-pertanyaan ini membuka ruang diskusi awal tentang gen, alel, dan peran DNA. Guru dapat memperkuat apersepsi ini dengan mengaitkan bioteknologi sederhana yang mungkin telah dikenal peserta didik, seperti pembuatan tempe, yogurt, atau tape. Diskusi dapat diarahkan pada pertanyaan seperti: “Mengapa tempe bisa menjadi lunak dan berbau khas?” atau “Apa yang terjadi jika makanan dibiarkan terbuka terlalu lama?” untuk mulai memperkenalkan peran mikroorganisme dalam bioteknologi.

Sebagai alternatif atau pengayaan, berikut beberapa aktivitas apersepsi lain yang dapat digunakan guru.

1. Foto Keluarga: Siapa Mirip Siapa?

Guru meminta peserta didik membawa atau melihat foto keluarga (bisa secara digital). Peserta didik mengidentifikasi kesamaan ciri fisik yang mereka miliki dengan ayah, ibu, atau saudara kandung. Diskusi diarahkan pada pertanyaan "Mengapa saya mirip ayah, tetapi tidak sama persis?", "Apakah semua saudara kandung selalu mirip?" Aktivitas ini membantu peserta didik menyadari bahwa pewarisan sifat tidak selalu bersifat mutlak dan dapat dipengaruhi berbagai kombinasi gen.

2. Debat Mini: Makanan Fermentasi, Aman atau Tidak?

Guru menampilkan dua gambar makanan hasil fermentasi (misalnya tempe dan tape) dan makanan basi (misalnya nasi berjamur). Peserta didik diminta menebak: mana yang baik dikonsumsi dan mana yang harus dibuang. Guru mengaitkan perbedaan tersebut dengan peran mikroorganisme dalam bioteknologi. Diskusi dilanjutkan dengan pertanyaan "Apakah semua mikroorganisme berbahaya?", "Apa manfaat bioteknologi dalam kehidupan kita?", dan sebagainya.

3. Kuis Interaktif Genetika Sederhana

Guru memulai pelajaran dengan kuis cepat berupa pernyataan benar-salah, seperti:

- "Anak selalu memiliki golongan darah yang sama dengan ibunya."
- "Semua sifat diwariskan dari ayah saja."

  "Bioteknologi hanya bisa dilakukan di laboratorium mahal."

Pernyataan-pernyataan ini dirancang untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan membuka diskusi tentang fakta serta miskonsepsi dalam genetika dan bioteknologi.

E. Formatif Awal

Guru dapat melakukan kegiatan asesmen formatif awal dengan menggunakan asesmen di awal pembelajaran yang terdapat pada Buku Siswa seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut ini.

Sebelum membahas lebih lanjut bab ini, diskusikan dengan teman-temanmu jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Menurutmu, mengapa anak-anak bisa memiliki ciri-ciri yang mirip dengan orang tuanya?
2. Apakah kamu pernah melihat proses pembuatan tempe, tape, atau yogurt? Apa yang membuat makanan itu bisa berubah bentuk dan rasa?
3. Bagaimana pendapatmu jika manusia bisa memilih sifat-sifat tertentu pada keturunannya?
4. Jika kamu bisa membuat satu produk dari bioteknologi sederhana, apa yang ingin kamu buat dan mengapa?

Dari keempat pertanyaan tersebut, manakah yang menurutmu perlu dibahas lebih lanjut?

Gambar 4.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 4 pada Buku Siswa

Aktivitas formatif awal dalam bab ini bertujuan menggali pemahaman awal peserta didik mengenai konsep dasar genetika, pewarisan sifat, dan pemanfaatan mikroorganisme dalam kehidupan. Aktivitas ini juga bertujuan menjembatani pengalaman pribadi peserta didik dengan topik pembelajaran. Guru dapat merancang kegiatan yang tidak hanya menilai pengetahuan kognitif, tetapi juga kesiapan belajar secara sosial-emosional dan motivasi terhadap topik yang akan dipelajari.

Beberapa alternatif kegiatan formatif awal yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Kuis Keluarga "Mirip Siapa?"

Guru meminta peserta didik mengamati diri mereka dan menuliskan 3 ciri fisik yang dimiliki bersama orang tua atau saudara (misalnya bentuk wajah, warna kulit, tekstur rambut). Setelah itu, guru mengajukan pertanyaan eksploratif seperti: "Mengapa kamu bisa mirip dengan ayah, tapi berbeda dengan ibu?", "Apakah saudaramu mirip denganmu?" Jawaban peserta didik dapat memperlihatkan pemahaman awal mereka tentang konsep pewarisan sifat dan membantu guru mengidentifikasi potensi miskonsepsi.

2. Refleksi tentang Produk Bioteknologi di Rumah

Peserta didik diminta mencatat makanan atau minuman hasil fermentasi yang sering mereka konsumsi di rumah, seperti tempe, yogurt, atau tape.

Kemudian mereka menjawab pertanyaan: “Siapa yang membuat makanan itu?”, “Mengapa makanan tersebut bisa berubah rasa dan bentuk?”, “Apakah mikroorganisme itu berbahaya?” Kegiatan ini membantu mengungkap persepsi awal peserta didik tentang mikroorganisme dan bioteknologi, sekaligus membangun koneksi dengan kehidupan sehari-hari.

3. Studi Kasus Ringan tentang Penyakit Keturunan

Guru menampilkan narasi singkat tentang seseorang yang menderita penyakit keturunan (seperti buta warna atau anemia sel sabit). Peserta didik membaca dan mencoba menjawab pertanyaan seperti: “Apakah penyakit ini bisa menular?”, “Dari siapa penyakit ini bisa diwariskan?”, “Apakah semua anak pasti akan menderita penyakit ini jika orang tuanya memilikinya?”. Kegiatan ini membantu menilai sejauh mana peserta didik memahami perbedaan antara penyakit menular dan penyakit genetik, serta pemahaman awal mereka tentang pewarisan sifat.

4. Inventaris Minat Eksplorasi

Guru menyebarkan lembar singkat yang berisi pertanyaan seputar gaya belajar dan ketertarikan peserta didik terhadap topik genetika atau bioteknologi. Misalnya: “Saya lebih suka belajar lewat video, bacaan, atau praktik langsung?”, “Saya ingin tahu lebih banyak tentang... (pilihan: DNA, kloning, fermentasi, pewarisan penyakit, dll.)” Informasi ini dapat membantu guru menyusun strategi pembelajaran yang adaptif dan diferensiatif.

Selama pelaksanaan asesmen awal ini, guru disarankan mencatat berbagai temuan di dalam kelas, di antaranya sebagai berikut.

a. Respon emosional dan antusiasme peserta didik
   Perhatikan peserta didik yang menunjukkan antusiasme tinggi atau justru kebingungan terhadap topik. Hal ini dapat memberi gambaran kesiapan nonkognitif mereka.

b. Pernyataan kunci dan miskonsepsi.
   Contoh miskonsepsi yang mungkin muncul adalah: “Pewarisan sifat hanya terjadi dari ayah”, “Mikroorganisme selalu merugikan”, atau “Fermentasi membuat makanan busuk”. Catatan ini menjadi dasar bagi guru untuk merancang penjelasan dan penguatan konsep secara lebih terarah.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Subbab A. Kromosom, DNA, dan Gen

Tabel 4.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 4.1 Ayo Amati	Memahami	Memberikan pengalaman belajar analitis, kolaboratif, simulatif, mengaitkan informasi biologis dengan konteks nyata (kesehatan dan keluarga), eksploratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antarkonsep secara kritis
Aktivitas 4.2 Ayo Komunikasikan	Memahami	Memberikan pengalaman belajar kolaboratif, visual-kinestetik, kreatif, komunikatif, memperkuat pemahaman abstrak melalui model konkret, dan mengembangkan keterampilan presentasi serta umpan balik antarteman
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antarkonsep secara kritis
Aktivitas 4.3 Ayo Refleksi	Merefleksi	Mengembangkan kemampuan regulasi diri, reflektif, eksploratif, mengaitkan konsep ilmiah dengan identitas diri, membangun motivasi intrinsik dan kesadaran belajar jangka panjang

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab A.

Aktivitas 4.1 Ayo Amati

Aktivitas ini bertujuan membantu peserta didik memahami jumlah kromosom manusia, membedakan antara kromosom autosom dan kromosom seks, serta mengaitkannya dengan jenis kelamin dan pewarisan sifat. Aktivitas ini juga mendorong keterampilan pengamatan dan pemahaman konseptual awal tentang peran kromosom. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- Guru menyiapkan dan menampilkan gambar kariotipe manusia di papan atau melalui proyektor.

- Guru mengarahkan peserta didik untuk mengamati gambar tersebut secara berpasangan dan menjawab pertanyaan terkait jumlah kromosom dan perbedaan kromosom seks.
- Guru mengorganisasi peserta didik ke dalam kelompok kecil dan membimbing diskusi tentang pentingnya kromosom dalam pewarisan sifat dan dampak kelainan kromosom.
- Guru menyediakan kartu kromosom (XX, XY, autosom) untuk diambil secara acak dan membantu peserta didik menyimpulkan jenis kelamin serta prediksi ciri bawaan.
- Guru mendorong peserta didik untuk menuliskan satu hal baru yang mereka pelajari dan satu pertanyaan reflektif.

Aktivitas 4.2 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini bertujuan agar peserta didik dapat memahami struktur dasar molekul DNA, mengidentifikasi pasangan basa nitrogen, serta mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan kolaboratif melalui pembuatan model DNA. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- Guru menjelaskan struktur DNA dan fungsinya secara lisan atau dengan bantuan media.
- Guru menayangkan video atau gambar animasi DNA heliks ganda sebagai pendukung visual.
- Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok dan menjelaskan cara kerja pembuatan model DNA.
- Guru menyediakan dan memastikan alat dan bahan tersedia: sedotan, manik-manik, tali, lem, dan sebagainya.
- Guru membimbing proses pembuatan model, memberi label yang sesuai, dan mendorong peserta didik mempresentasikan hasil kerjanya.
- Guru memfasilitasi tanya jawab dan diskusi antarkelompok.

Aktivitas 4.3 Ayo Refleksi

Aktivitas ini bertujuan melatih peserta didik untuk merefleksikan pemahaman awalnya tentang pewarisan sifat serta mengaitkannya dengan kondisi dirinya. Aktivitas ini juga menumbuhkan keingintahuan dan ketertarikan terhadap genetika. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- Guru mengajak peserta didik menuliskan jawaban atas pertanyaan reflektif yang disiapkan.
- Guru mendorong peserta didik untuk mengaitkan materi dengan ciri fisik pribadi atau keluarga.
- Guru mengelola diskusi reflektif secara terbuka untuk menumbuhkan rasa ingin tahu lebih lanjut.

Subbab B. Persilangan Monohibrid dan Dihibrid

Tabel 4.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 4.4 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan pengalaman belajar eksperimen sederhana, konkret, eksploratif, numerasi sains, membangun koneksi antara model konkret dan konsep abstrak genetika, belajar berbasis data
Aktivitas 4.5 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan pengalaman belajar eksperimen berbasis model konkret, integrasi numerasi dan analisis, kolaboratif, pembelajaran berbasis data, penguatan konsep genetika klasik, berpikir kritis dan reflektif
	Mengaplikasi	Menerapkan pengetahuan baru untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dan menghubungkan antarkonsep
Aktivitas 4.6 Ayo Analisis	Memahami	Memberikan pengalaman belajar bermain sambil belajar, berbasis model acak, pemahaman visual-kinestetik, integrasi numerasi dan sains, kerja kelompok, latihan berpikir probabilistik dan kritis, menyenangkan dan eksploratif
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antarkonsep secara kritis
Aktivitas 4.7 Ayo Refleksi	Merefleksi	Memberikan pengalaman regulasi diri, eksploratif, membangun kesadaran diri ilmiah, mendukung metakognisi, mengembangkan rasa ingin tahu dan minat karier di bidang sains

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab B.

Aktivitas 4.4 Ayo Selidiki

Aktivitas ini bertujuan membuktikan perbandingan genotipe dan fenotipe hasil persilangan monohibrid melalui simulasi menggunakan kancing berwarna sebagai simbol alel. Langkah-langkah yang dilakukan guru di antaranya sebagai berikut.

- Guru menjelaskan terlebih dahulu konsep dasar persilangan monohibrid dan simbol genetik.
- Guru menyiapkan toples dan kancing sesuai jumlah serta warna yang dibutuhkan.
- Guru mengarahkan secara teknis bagaimana peserta didik mengambil kancing dan mencatat kombinasi genetik.
- Guru menyediakan tabel pengamatan dan membimbing peserta didik mencocokkan hasilnya dengan rasio Mendel.
- Guru memfasilitasi diskusi tentang variasi hasil dan kemungkinan penyebab perbedaan.

Aktivitas 4.5 Ayo Selidiki

Aktivitas ini bertujuan agar peserta didik dapat membuktikan perbandingan fenotipe hasil persilangan dihibrid melalui simulasi menggunakan empat warna kancing untuk dua sifat. Langkah-langkah yang dilakukan guru di antaranya sebagai berikut.

- Guru menjelaskan terlebih dahulu persilangan dihibrid dan arti tiap warna kancing.
- Guru menyiapkan bahan dan peralatan yang dibutuhkan termasuk toples dan kancing warna.
- Guru menunjukkan contoh kombinasi genotipe dan cara mencatat hasil persilangan.
- Guru mendorong peserta didik mencatat dan menghitung rasio genotipe serta fenotipe dari 64 percobaan.
- Guru memfasilitasi analisis hasil dan refleksi terhadap rasio teoritis.

Aktivitas 4.6 Ayo Analisis

Aktivitas ini bertujuan menganalisis perbandingan fenotipe hasil persilangan dihibrid menggunakan media baling-baling genetika sebagai alat acak kombinasi alel. Langkah-langkah yang dilakukan guru di antaranya sebagai berikut.

- Guru menjelaskan penggunaan media “baling-baling genetika” dan cara interpretasinya.
- Guru menyediakan atau meminta peserta didik membuat alat baling-baling.
- Guru membimbing peserta didik dalam melakukan putaran dan pencatatan kombinasi genotipe.
- Guru memastikan peserta didik memahami cara menghitung fenotipe dari genotipe yang terbentuk.
- Guru memfasilitasi analisis hasil dan diskusi kelompok.

Aktivitas 4.7 Ayo Refleksi

Aktivitas ini bertujuan mendorong peserta didik merefleksikan pemahamannya terkait persilangan serta implikasi praktisnya dalam kehidupan dan ilmu pengetahuan. Langkah-langkah yang dilakukan guru di antaranya sebagai berikut.

- Guru menyediakan pertanyaan reflektif dan membimbing peserta didik menjawabnya secara individu.
- Guru memfasilitasi diskusi atau berbagi cerita reflektif dalam kelompok kecil.
- Guru menyimpulkan bersama temuan atau gagasan yang muncul dari hasil refleksi.

Subbab C. Bioteknologi

Tabel 4.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 4.8 Ayo Selidiki	Memahami	Memberikan pengalaman belajar eksperimen langsung, kolaboratif, berbasis projek, berbasis lokalitas, integratif, mengembangkan komunikasi ilmiah, dan mendorong keterampilan berpikir ilmiah (kontrol variabel, analisis data, interpretasi hasil)
	Mengaplikasi	Menerapkan konsep dalam situasi nyata dan menghubungkan antar konsep secara kritis

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab C.

Aktivitas 4.8 Ayo Selidiki

Aktivitas ini bertujuan menganalisis proses fermentasi dalam bioteknologi sederhana melalui praktik pembuatan produk fermentasi lokal dengan modifikasi variabel. Langkah-langkah yang dilakukan guru adalah sebagai berikut.

- Guru menjelaskan konsep dasar fermentasi dan bioteknologi sederhana.
- Guru memberikan contoh produk fermentasi lokal yang dapat dibuat di sekolah.
- Guru membimbing peserta didik menyusun rancangan percobaan dengan satu variabel manipulasi (misalnya jumlah ragi).
- Guru mengawasi proses pembuatan, pengamatan, dan dokumentasi selama fermentasi.
- Guru membimbing peserta didik menyusun poster laporan eksperimen dan memfasilitasi presentasi hasil kerja.
- Guru menyediakan format pengamatan bagi kelompok lain untuk mencatat mikroorganisme dan proses yang terjadi selama fermentasi.

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi pada materi substansi genetika dapat dilakukan dengan menyesuaikan tingkat kemampuan peserta didik dalam memahami konsep DNA, RNA, dan protein. Bagi peserta didik dengan gaya belajar visual, guru dapat menyiapkan model tiga dimensi atau animasi tentang struktur DNA dan proses replikasi. Peserta didik dengan kecenderungan kinestetik dapat diajak membuat model untai DNA menggunakan bahan sederhana seperti manik-manik atau stik es krim. Sementara itu, peserta didik dengan kemampuan analitis dapat diberikan bacaan artikel ilmiah populer tentang aplikasi pengetahuan genetika dalam kesehatan, lalu diminta untuk merangkum atau mempresentasikan kembali.

Pada topik persilangan Mendel, diferensiasi bisa diarahkan pada variasi kemampuan matematis peserta didik. Peserta didik yang masih kesulitan dapat diberikan latihan dasar menggunakan diagram kotak Punnett dengan contoh sederhana. Sedangkan peserta didik dengan kemampuan lebih tinggi bisa diajak mengerjakan soal kompleks seperti persilangan dihibrid atau soal kontekstual yang dikaitkan dengan pewarisan sifat manusia. Untuk mendukung pembelajaran, guru dapat menyediakan simulasi digital persilangan yang interaktif sehingga peserta didik dapat mencoba berbagai kombinasi secara mandiri sesuai kecepatannya masing-masing.

Selain itu, untuk peserta didik dengan gaya belajar kolaboratif, persilangan Mendel dapat diajarkan melalui diskusi kelompok kecil, di mana setiap anggota bertugas mengisi bagian tertentu dari tabel persilangan. Sedangkan bagi peserta didik yang lebih suka bekerja mandiri, guru dapat menyiapkan lembar kerja individual yang terstruktur dengan tingkat kesulitan bertahap. Dengan begitu, semua peserta didik tetap mencapai kompetensi yang sama tetapi melalui jalur belajar yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Pada materi bioteknologi konvensional, diferensiasi bisa dilakukan dengan menghadirkan aktivitas praktik sederhana, seperti pembuatan tape, yogurt, atau tempe. Peserta didik yang lebih suka praktik langsung dapat mengambil peran dalam proses pembuatan. Sedangkan peserta didik yang lebih suka menganalisis dapat ditugaskan mendokumentasikan, membandingkan, atau menuliskan laporan ilmiah dari hasil praktikum. Sementara itu, peserta didik dengan kecenderungan kreatif dapat diminta membuat poster atau infografik tentang manfaat bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari.

Guru juga dapat memberikan pilihan produk akhir (*choice board*) untuk mengakomodasi minat peserta didik. Misalnya, peserta didik dapat memilih untuk membuat laporan tertulis, presentasi lisan, atau video singkat yang menjelaskan proses bioteknologi konvensional. Dengan memberikan pilihan, peserta didik merasa lebih termotivasi karena dapat mengekspresikan pemahamannya sesuai dengan gaya dan minat belajar mereka.

Akhirnya, pembelajaran berdiferensiasi pada ketiga materi ini bertujuan agar semua peserta didik, meskipun memiliki perbedaan gaya belajar, minat, dan tingkat kemampuan, tetap dapat mencapai tujuan pembelajaran yang sama. Guru berperan sebagai fasilitator yang menyediakan berbagai jalur akses materi, strategi, dan produk pembelajaran, sehingga peserta didik merasa tertantang sesuai dengan potensinya, tetapi tetap terbantu untuk memahami konsep-konsep biologi yang abstrak. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih inklusif, bermakna, dan menumbuhkan motivasi belajar jangka panjang.

3. Miskonsepsi/Materi Sensitif

Pada materi substansi genetika, topik DNA sering dianggap sensitif karena dapat dikaitkan dengan isu rekayasa genetika, tes forensik, hingga identitas keluarga, yang bisa menyinggung privasi atau nilai budaya tertentu. Selain itu, pembahasan mutasi dapat dianggap menyudutkan karena sering dikaitkan

dengan penyakit genetik atau disabilitas. Sementara itu, miskonsepsi yang umum muncul adalah anggapan bahwa DNA hanya ada pada manusia, bahwa setiap sel tubuh memiliki DNA berbeda, serta keyakinan bahwa semua mutasi pasti berbahaya. Mitigasi yang dapat dilakukan guru adalah menekankan sifat universal DNA sebagai dasar kehidupan, memberi penjelasan mengenai ragam mutasi yang bersifat netral, menguntungkan, atau merugikan, serta menggunakan contoh netral dari tumbuhan atau hewan agar tidak menyinggung kondisi pribadi peserta didik.

Pada materi persilangan Mendel, isu sensitif biasanya muncul ketika peserta didik mencoba mengaitkan pewarisan sifat dengan ciri-ciri manusia seperti warna kulit, golongan darah, atau karakter keluarga, yang dapat menimbulkan perasaan tidak nyaman atau menyinggung. Sementara itu, miskonsepsi yang sering terjadi adalah pemahaman bahwa semua sifat dikendalikan oleh satu gen saja, bahwa sifat dominan selalu lebih kuat atau lebih baik, serta bahwa hasil persilangan selalu pasti sesuai rasio 3:1 atau 9:3:3:1 tanpa mempertimbangkan peluang. Sebagau langkah mitigasi, guru dapat menekankan bahwa sifat dominan hanyalah istilah ekspresi genetik, bukan superioritas, serta bahwa rasio Mendel adalah probabilitas yang berlaku pada populasi besar, bukan hasil mutlak tiap individu. Selain itu, penggunaan contoh dari tanaman atau hewan akan lebih aman daripada menyinggung sifat manusia.

Pada materi bioteknologi konvensional, isu sensitif biasanya muncul ketika membahas produk fermentasi, karena ada yang dikaitkan dengan minuman beralkohol atau dianggap tidak sesuai dengan kepercayaan tertentu. Padahal, banyak bioteknologi tradisional yang aman dan justru menyehatkan, seperti tempe atau yogurt. Miskonsepsi yang sering muncul adalah anggapan bahwa semua fermentasi menghasilkan alkohol, bioteknologi identik dengan teknologi modern saja, serta semua mikroorganisme berbahaya bagi kesehatan. Mitigasi yang dapat dilakukan adalah menekankan bahwa bioteknologi konvensional sudah digunakan sejak zaman nenek moyang dalam kehidupan sehari-hari, memberikan contoh produk pangan sehat dari fermentasi, dan menjelaskan bahwa banyak mikroorganisme justru bermanfaat dalam menjaga kesehatan maupun menghasilkan makanan bergizi.

4. Asesmen Formatif

Berikut adalah beberapa inspirasi asesmen formatif yang dapat dilakukan guru. Guru dapat mengembangkan asesmen formatif lainnya sesuai dengan kebutuhan peserta didiknya masing-masing.

Aktivitas 4.1 Ayo Amati

- Peserta didik mengidentifikasi jumlah kromosom dari gambar kariotipe manusia, membedakan autosom dan kromosom seks, lalu menuliskan prediksi jenis kelamin berdasarkan kombinasi kromosom.
- Kriteria Penilaian:
  - Benar menghitung jumlah kromosom (46): 20%
  - Benar membedakan autosom (44) dan kromosom seks (2): 30%
  - Benar mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan kombinasi (XX/XY): 30%
  - Menuliskan refleksi (satu hal baru dan pertanyaan): 20%

Aktivitas 4.2 Ayo Komunikasikan

- Peserta didik membuat model DNA menggunakan alat sederhana dan mempresentasikan fungsi pasangan basa nitrogen.
- Kriteria Penilaian:
  - Struktur model sesuai (heliks ganda, ada pasangan basa): 30%
  - Pasangan basa benar (A–T, G–C): 20%
  - Kejelasan presentasi (fungsi DNA dalam pewarisan sifat): 30%
  - Kerja sama kelompok dan refleksi: 20%

Aktivitas 4.3 Ayo Refleksi

- Peserta didik menuliskan esai singkat tentang apa yang mereka pahami mengenai hubungan genetika dan ciri fisik pribadi.
- Kriteria Penilaian:
  - Menghubungkan materi dengan ciri fisik diri: 30%
  - Kejelasan penjelasan & logika: 30%
  - Pertanyaan reflektif yang menunjukkan rasa ingin tahu: 20%
  - Kedalaman refleksi pribadi: 20%

Aktivitas 4.4 Ayo Selidiki

- Peserta didik melakukan simulasi persilangan monohibrid dengan kancing dan mengisi tabel genotipe serta fenotipe.
- Kriteria Penilaian:
  - Ketepatan penggunaan simbol alel: 20%
  - Data pengamatan tercatat lengkap: 30%
  - Hasil analisis sesuai dengan hukum Mendel (rasio 3:1): 30%
  - Refleksi perbandingan data nyata vs teori: 20%

Aktivitas 4.5 Ayo Selidiki

- Peserta didik mensimulasikan persilangan dihibrid dengan kancing lalu menghitung rasio fenotipe.
- Kriteria Penilaian:
  - Simbol dan kombinasi genotipe benar: 20%
  - Tabel fenotipe lengkap: 30%
  - Hasil perbandingan dengan rasio teoritis 9:3:3:1: 30%
  - Refleksi hasil percobaan: 20%

Aktivitas 4.6 Ayo Analisis

- Peserta menggunakan baling-baling genetika untuk mencatat kombinasi gamet dan menghitung frekuensi fenotipe.
- Kriteria Penilaian:
  - Proses pencatatan kombinasi rapi dan benar: 30%
  - Perhitungan frekuensi fenotipe akurat: 30%
  - Analisis perbedaan hasil dan teori: 20%
  - Diskusi kelompok dan kontribusi ide: 20%

Aktivitas 4.7 Ayo Refleksi

- Peserta menulis refleksi tentang hukum Mendel dan membayangkan aplikasi genetika di masa depan.
- Kriteria Penilaian:
  - Menguraikan hukum Mendel dengan benar: 30%
  - Mampu mengidentifikasi kesulitan atau kebingungan: 20%
  - Memberikan ide aplikasi genetika di masa depan: 30%
  - Kedalaman refleksi pribadi: 20%

Aktivitas 4.8 Ayo Selidiki

- Peserta didik membuat produk fermentasi dengan manipulasi satu variabel dan menyajikan hasil dalam poster.
- Kriteria Penilaian:
  - Rancangan eksperimen jelas (variabel kontrol, manipulasi, hasil): 30%
  - Produk fermentasi berhasil sesuai prosedur: 20%
  - Poster ilmiah rapi dan informatif: 30%
  - Presentasi kelompok dan refleksi hasil: 20%

G. Sumatif

Setelah mempelajari konsep pewarisan sifat dan bioteknologi sederhana, peserta didik akan mengaplikasikan pengetahuan tersebut melalui sebuah projek berbasis aksi nyata yang mendukung ketahanan pangan lokal. Projek ini dirancang untuk menumbuhkan kesadaran akan potensi bahan pangan di lingkungan sekitar serta pentingnya inovasi dalam pengolahan makanan, khususnya melalui proses fermentasi. Peserta didik akan melakukan serangkaian kegiatan mulai dari identifikasi bahan, analisis potensi, hingga pembuatan laporan dan publikasi hasil karya. Selain mengasah kemampuan berpikir ilmiah, projek ini juga melatih kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, serta menguatkan kepedulian terhadap lingkungan dan masyarakat.

Penilaian sumatif dilakukan berdasarkan proses dan hasil akhir projek yang dikerjakan secara kolaboratif oleh peserta didik. Penilaian dilakukan oleh guru dan dapat melibatkan *peer assessment*. Berikut langkah-langkah dan aspek yang dinilai.

1. Perencanaan Projek (20%)
    - Kemampuan kelompok dalam memilih bahan pangan alternatif lokal yang relevan dan potensial
    - Kejelasan tujuan dan alasan pemilihan bahan
    - Rencana eksperimen fermentasi yang logis dan realistis.
2. Proses Pelaksanaan (25%)
    - Keaktifan dan kolaborasi anggota kelompok selama proses pengumpulan data, observasi, dan eksperimen
    - Konsistensi dalam pencatatan proses dan dokumentasi kegiatan
    - Ketepatan dalam menghubungkan konsep bioteknologi dan fermentasi
3. Produk Poster dan Laporan (30%)
    - Kejelasan informasi yang disajikan (judul, tujuan, bahan, cara kerja, hasil, analisis)
    - Ketepatan isi ilmiah dan relevansi dengan konsep yang dipelajari
    - Desain poster menarik, komunikatif, dan mudah dipahami masyarakat umum.
4. Presentasi dan Publikasi (15%)
    - Kemampuan menyampaikan ide secara runtut, jelas, dan percaya diri

- Respons terhadap pertanyaan dan masukan dari guru/teman
- Partisipasi dalam mengunggah hasil projek ke media sosial dengan etika digital yang baik

5. Refleksi Individu (10%)
   - Kedalaman refleksi terhadap proses belajar, tantangan yang dihadapi, dan pelajaran yang didapat
   - Komitmen pribadi dalam menerapkan hasil projek untuk kehidupan nyata

Deskripsi Penilaian (Rubrik Skor)

Skor	Kategori	Deskripsi
86–100	Sangat Baik	Peserta didik menunjukkan pemahaman konsep bioteknologi dan fermentasi yang mendalam; laporan sangat sistematis, lengkap, dan analitis; poster menarik dan informatif; data hasil eksperimen akurat; presentasi meyakinkan; semua anggota berperan aktif dan mampu menjelaskan bagian masing-masing dengan baik.
71–85	Baik	Peserta didik memahami konsep dengan cukup baik; laporan lengkap tetapi kurang sistematis; analisis data masih dapat dikembangkan; poster cukup informatif; presentasi cukup lancar meski belum optimal; partisipasi anggota cukup merata meski ada yang kurang percaya diri saat menjelaskan.
56–70	Cukup	Pemahaman konsep masih dangkal; laporan belum lengkap atau kurang terstruktur; poster kurang menarik; data eksperimen tidak konsisten; presentasi kurang runtut; kontribusi anggota tidak merata, beberapa tampak pasif.
≤55	Perlu Bimbingan	Peserta didik belum menunjukkan pemahaman yang cukup terhadap konsep fermentasi dan bioteknologi; laporan tidak lengkap atau kurang relevan; poster tidak informatif; presentasi tidak komunikatif; minim kerja sama dalam kelompok; diperlukan bimbingan intensif dari guru.

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A

1. Perbedaan Kromosom, DNA dan gen diuraikan sebagai berikut.
   - Kromosom: Struktur padat berbentuk batang yang tersusun dari DNA dan protein histon, berfungsi membawa informasi genetik dalam inti sel.
   - DNA (Deoxyribonucleic Acid): Molekul berbentuk heliks ganda yang menyimpan kode genetik dalam bentuk urutan basa nitrogen (A, T, G, C).
   - Gen: Segmen spesifik dari DNA yang mengandung instruksi untuk membentuk protein tertentu yang menentukan sifat/karakteristik organisme.
2. Ekspresi gen berlangsung dalam 2 tahap utama yaitu sebagai berikut.
   1). Transkripsi: DNA ditranskripsi menjadi mRNA di dalam inti sel dengan bantuan RNA polimerase.
   2). Translasi: mRNA keluar ke sitoplasma lalu dibaca oleh ribosom untuk merangkai asam amino sesuai kode sehingga terbentuk protein.

   Protein hasil ekspresi gen inilah yang menentukan fungsi sel dan sifat organisme.
3. Pertanyaan terkait kromosom dan Sindrom Down.
   a. Perbedaan jumlah kromosom antara sel tubuh dan sel kelamin serta alasannya:
      - Sel tubuh (somatik): Mengandung 46 kromosom (23 pasang) → bersifat diploid (2n).
      - Sel kelamin (gamet: sperma & sel telur): Mengandung 23 kromosom (setengahnya) → bersifat haploid (n).
      - Alasannya: Agar saat pembuahan (sperma + ovum) jumlah kromosom kembali menjadi 46, menjaga kestabilan jumlah kromosom manusia.
   b. Sindrom Down memiliki 47 kromosom karena terjadi trisomi 21, yaitu adanya 3 salinan kromosom nomor 21 akibat kesalahan pembelahan sel (*nondisjunction*) pada meiosis → kromosom tidak terpisah sempurna sehingga sel kelamin membawa kromosom ekstra.

c. Dampak kelainan jumlah kromosom pada manusia adalah dapat menimbulkan gangguan perkembangan fisik dan mental. Contohnya:
   - *Sindrom Down (trisomi 21)* → keterbelakangan mental ringan–sedang, ciri wajah khas, risiko kelainan jantung.
   - *Sindrom Turner (XO)* → hanya 1 kromosom X, menyebabkan kemandulan pada wanita.
   - *Sindrom Klinefelter (XXY)* → laki-laki dengan kromosom ekstra, cenderung infertil dan perkembangan tubuh berbeda.

d. Pentingnya memahami pewarisan sifat dan genetika sejak dini adalah sebagai berikut:
   - membantu perencanaan pernikahan (misalnya konseling genetik untuk pasangan dengan riwayat kelainan genetik),
   - mendukung keputusan kesehatan, seperti deteksi dini kelainan bawaan melalui tes prenatal, dan
   - menumbuhkan kesadaran akan pentingnya gaya hidup sehat dan pencegahan penyakit keturunan.

4. Jika terdapat kesalahan pada saat penyalinan kode genetik dari DNA menjadi RNA kemungkinannya adalah sebagai berikut.
   - Jika terjadi kesalahan (mutasi) pada proses transkripsi DNA → mRNA, maka urutan basa pada mRNA bisa salah.
   - Akibatnya, saat translasi, urutan asam amino pada protein berubah, sehingga protein yang dihasilkan bisa tidak berfungsi normal atau bahkan berbahaya.

   Dampak pada tubuh manusia adalah dapat menyebabkan penyakit genetik atau gangguan metabolisme.

   Contoh kasus nyata:

   - Anemia sel sabit (*Sickle Cell Anemia*) → kesalahan pada kode DNA menghasilkan hemoglobin abnormal yang membuat sel darah merah berbentuk sabit sehingga mudah pecah dan menimbulkan anemia.
   - Kanker → mutasi pada gen pengatur siklus sel dapat menyebabkan pembelahan sel tak terkendali.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B

1. Alasan ilmiah Mendel memilih tanaman tersebut adalah sebagai berikut.
   - Memiliki sifat bertingkat jelas (mis. tinggi/pendek, bunga ungu/putih) sehingga fenotipe mudah diamati.
   - Tersedia garis murni (*true-breeding*) sehingga dapat diperoleh keturunan konstan bila disilangkan sendiri.
   - Siklus hidup pendek dan menghasilkan banyak keturunan per silang → statistik lebih andal.
   - Kemampuan kawin sendiri (*self-pollination*) memudahkan menjaga garis murni dan juga bisa disilangkan secara manual untuk eksperimen terkontrol.
   - Struktur bunga memungkinkan kontrol penyerbukan (mudah menutup/ membuka bunga untuk silang).
2. Kemungkinan keturunan berwarna putih = 25%.
3. Jagung dihibrid: KkBb × KkBb (K kuning dominan terhadap k putih; B bulat dominan terhadap b keriput).
   a. Diagram ringkas (konsep):
      Persilangan semua kombinasi gamet 4×4 menghasilkan 16 kotak. Silakan guru mengkreasikannya. Fenotipe dari kombinasi menghasilkan:
      - 9/16 K_B_ → Kuning, Bulat
      - 3/16 K_bb → Kuning, Keriput
      - 3/16 kkB_ → Putih, Bulat
      - 1/16 kkbb → Putih, Keriput

   b. Perbandingan fenotipe keturunan: 9 : 3 : 3 : 1 (Kuning-Bulat : Kuning-Keriput : Putih-Bulat : Putih-Keriput).
   c. Karena kedua gen (untuk warna biji dan bentuk biji) segregasi dan berasortasi secara bebas ke gamet—kombinasi allel untuk satu sifat tidak memengaruhi kombinasi alel untuk sifat lain—sehingga frekuensi fenotipe mengikuti rasio 9:3:3:1. Ini berlaku bila gen-gen berada pada kromosom berbeda atau cukup berjauhan sehingga tidak terjadi *linkage* yang kuat.
4. Kasus rambut: kedua orang tua berambut keriting (fenotip dominan R), anak berambut lurus (resesif r).

Informasi:

- Keriting = dominan = R
- Lurus = resesif = r
- Anak berambut lurus → genotipe anak = rr.

a. Kemungkinan genotipe orang tua: karena mereka berfenotipe keriting tapi anak rr ada, setiap orang tua harus membawa alel r → kemungkinan terbaik tiap orang tua adalah Rr (heterozigot). Bisa jadi Rr × Rr.

b. Diagram Punnett (Rr × Rr):

	R	r
R	RR (keriting)	Rr (keriting)
r	Rr (keriting)	rr (lurus)

- Genotipe: 1 RR : 2 Rr : 1 rr
- Fenotipe: keriting (RR+Rr) = 75%, lurus (rr) = 25%

c. Penjelasan ilmiah supaya tak terjadi prasangka:
Kelahiran anak berambut lurus dari dua orang tua berambut keriting bisa terjadi secara normal menurut hukum Mendel karena kedua orang tua bertindak sebagai pembawa alel resesif (Rr). Tidak ada bukti biologis yang menunjukkan kesalahan atau kecurangan — ini hanyalah perpaduan alel yang menghasilkan fenotipe resesif pada 25% kemungkinan.

d. Nilai yang dipelajari (sikap):
- Hindari memvalidasi orang atau ibu tanpa bukti genetik.
- Hargai keragaman genetik; pahami dasar ilmiah pewarisan sebelum membuat asumsi moral/etik.
- Pentingnya edukasi genetika untuk mencegah prasangka sosial.

5. Kasus albinisme (gen resesif a): pasangan berkulit normal punya anak albino (aa).
Penjelasan berdasarkan hukum Mendel:

- Albinisme disebabkan oleh alel resesif a. Anak albino = aa.
- Bila kedua orang tua fenotipe normal, mereka bisa bertipe genetik Aa × Aa (keduanya pembawa/heterozigot).
- Peluang genotipe aa = 1/4 (25%). Jadi muncul anak albino secara genetis konsisten dengan pewarisan resesif klasik.

Ayo Uji Kemampuan Subbab C

1. Bioteknologi konvensional merupakan pemanfaatan mikroorganisme secara tradisional melalui proses fermentasi sederhana yang telah digunakan sejak ribuan tahun lalu, misalnya dalam pembuatan tape, tempe, kecap, dan yogurt. Proses ini berlangsung secara alami tanpa rekayasa genetika sehingga teknologi yang digunakan relatif sederhana. Sebaliknya, bioteknologi modern menggunakan prinsip biologi molekuler dengan teknik canggih seperti rekayasa genetika, kultur jaringan, dan DNA rekombinan. Bioteknologi modern banyak dimanfaatkan dalam bidang medis, pertanian, dan industri, contohnya produksi insulin rekombinan, tanaman transgenik, dan terapi gen. Dengan demikian, perbedaan utama antara keduanya terletak pada tingkat teknologi yang digunakan, tujuan penerapan, serta kompleksitas produk yang dihasilkan.

2. 10 produk bioteknologi konvensional
   a. Tape singkong/ketan – *Saccharomyces cerevisiae*, *Amylomyces rouxii*
   b. Tempe – *Rhizopus oligosporus*
   c. Kecap – *Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces sp.*, bakteri asam laktat
   d. Yogurt – *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*
   e. Keju – *Lactobacillus sp.*, *Penicillium camemberti/roqueforti*
   f. Roti – *Saccharomyces cerevisiae*
   g. Bir – *Saccharomyces cerevisiae* (var. ellipsoideus)
   h. Cuka – *Acetobacter aceti*
   i. Nata de coco – *Acetobacter xylinum*
   j. Oncom – *Neurospora sitophila*

3. Proses pembuatan tape singkong merupakan contoh bioteknologi konvensional yang memanfaatkan kerja mikroorganisme dalam fermentasi. Singkong yang kaya akan pati dibungkus bersama ragi, kemudian disimpan di tempat tertutup selama beberapa hari. Ragi tape mengandung beberapa jenis mikroorganisme, di antaranya *Amylomyces rouxii* yang menghasilkan amilase untuk memecah pati menjadi gula sederhana (glukosa), *Saccharomyces cerevisiae* yang mengubah glukosa menjadi etanol dan gas CO_2 sehingga menghasilkan rasa manis dan aroma khas tape, serta bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat yang memberi rasa sedikit asam. Kombinasi aktivitas mikroorganisme tersebut membuat singkong menjadi lebih lunak, memiliki rasa manis agak asam, dan beraroma khas, sehingga terbentuklah tape singkong.

4. Kegagalan fermentasi pada pembuatan tempe, misalnya tempe berlendir, berbau menyengat, atau tidak padat, dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu penyebab utamanya adalah pertumbuhan bakteri pembusuk yang bersaing dengan jamur *Rhizopus oligosporus* akibat kedelai yang terlalu basah, kualitas ragi yang buruk, atau peralatan yang kurang bersih. Selain itu, suhu dan kelembapan yang tidak sesuai juga dapat menghambat pertumbuhan jamur sehingga miselium tidak dapat menyatukan kedelai dengan baik. Untuk menghasilkan tempe berkualitas, masyarakat perlu menyiapkan kedelai yang matang namun ditiriskan hingga setengah kering, menggunakan ragi yang masih segar, menjaga kebersihan peralatan, serta mengontrol suhu fermentasi pada kisaran 30–32 °C. Dengan langkah-langkah tersebut, jamur *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh optimal sehingga kedelai menyatu rapat oleh miselium putih dan menghasilkan tempe yang padat, tidak berlendir, serta beraroma khas.

Uji Kompetensi

1. DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) disebut sebagai bahan pewarisan sifat karena DNA menyimpan seluruh informasi genetik yang diwariskan dari orang tua ke anak. Di dalam DNA terdapat gen—unit pewarisan yang mengatur sintesis protein dalam tubuh. Protein-protein inilah yang membentuk struktur dan mengatur fungsi tubuh, seperti warna mata, bentuk rambut, golongan darah, dan berbagai sifat fisik maupun fisiologis lainnya. Oleh karena itu, DNA menentukan ciri-ciri fisik seseorang melalui ekspresi genetik yang diturunkan dari kedua orang tuanya.
2. Kemungkinan anak berambut keriting lahir dari dua orang tua berambut lurus dapat dijelaskan melalui konsep alel dominan dan resesif. Jika rambut keriting merupakan sifat resesif, maka kedua orang tua yang berambut lurus dapat membawa gen keriting sebagai alel tersembunyi (heterozigot: Rr). Ketika kedua orang tua ini mewariskan alel ‘r’ kepada anaknya, kombinasi genotipe anak menjadi ‘rr’, sehingga mengekspresikan rambut keriting. Kesimpulannya, sifat resesif bisa muncul jika diwariskan oleh kedua orang tua, meskipun mereka sendiri tidak menampakkan sifat tersebut secara fisik (fenotipe).
3. Untuk mendapatkan warna bulu anak kucing sesuai keinginan, perlu diperhatikan genotipe dan fenotipe induk kucing, serta sifat dominan dan resesif dari warna bulu yang diharapkan. Pengetahuan tentang pewarisan sifat melalui persilangan sangat penting. Namun, mengatur sifat makhluk hidup hanya untuk kepentingan tampilan menimbulkan persoalan etika. Meskipun manusia memiliki teknologi untuk melakukan seleksi buatan,

penting untuk mempertimbangkan kesejahteraan hewan, risiko kesehatan, dan tujuan jangka panjangnya. Mengubah sifat makhluk hidup sebaiknya dilakukan dengan pertimbangan moral, manfaat, dan dampaknya terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk itu sendiri.

4. Proses pembuatan tempe dan yogurt adalah contoh bioteknologi sederhana yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mengubah bahan makanan. Tempe dibuat dengan merendam dan merebus kedelai, lalu diinokulasi dengan jamur *Rhizopus oligosporus*, kemudian dibiarkan berfermentasi selama sekitar 1–2 hari. Yogurt dibuat dari susu yang dipanaskan dan ditambahkan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, lalu difermentasi hingga mengental dan memiliki rasa asam. Proses fermentasi ini menghasilkan produk yang lebih mudah dicerna dan kaya manfaat untuk pencernaan karena mengandung bakteri baik (probiotik).
5. Penggunaan mikroorganisme dalam pembuatan makanan seperti tempe dan tape memiliki banyak manfaat, antara lain: meningkatkan cita rasa, memperpanjang daya simpan, menambah nilai gizi, dan menciptakan kandungan probiotik yang baik untuk sistem pencernaan. Namun, jika proses fermentasi tidak dilakukan dengan benar—misalnya sanitasi buruk, alat tidak steril, atau bahan terkontaminasi—maka dapat menimbulkan risiko, seperti tumbuhnya mikroorganisme patogen (berbahaya) yang menghasilkan racun dan dapat menyebabkan keracunan makanan. Oleh karena itu, penting menjaga kebersihan dan proses yang higienis dalam pembuatan makanan fermentasi.

I. Tindak Lanjut

Setelah peserta didik menyelesaikan evaluasi akhir mengenai pewarisan sifat dan bioteknologi sederhana, guru perlu melakukan tindak lanjut yang mencakup penguatan konsep-konsep dasar dan pengembangan kemampuan berpikir reflektif serta aplikatif. Guru dapat memulai dengan mengulas hasil evaluasi melalui diskusi kelas, sambil mengidentifikasi miskonsepsi umum, seperti perbedaan antara genotipe dan fenotipe, cara kerja persilangan monohibrid dan dihibrid, atau kesalahpahaman tentang mikroorganisme dalam bioteknologi. Klarifikasi dilakukan dengan menggunakan bantuan visual seperti bagan persilangan, simulasi sederhana menggunakan kancing atau koin, serta penayangan video tentang produksi tempe dan yogurt secara ilmiah.

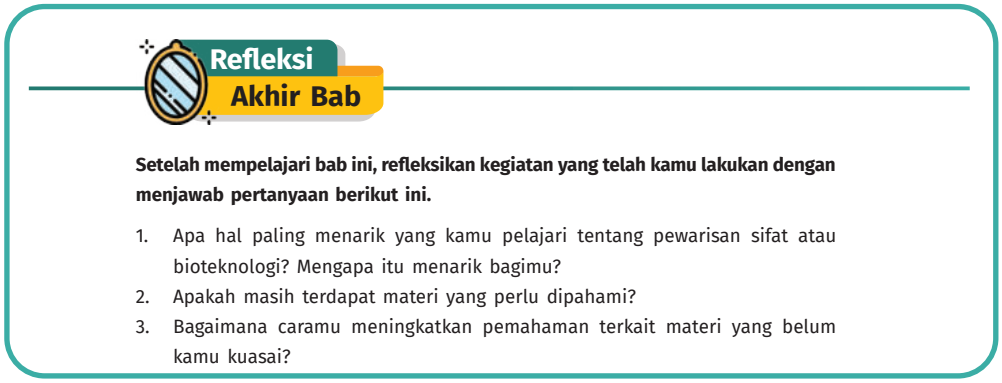
Bagi peserta didik yang belum mencapai ketuntasan, guru dapat menyediakan bimbingan tambahan melalui pembelajaran remedial berupa latihan bertahap, permainan genetika digital, atau projek kecil seperti membuat diagram pewarisan sifat keluarga mereka. Sementara itu, sebagai bentuk pengayaan, peserta didik dapat diberi tugas membuat poster atau infografik digital tentang teknologi DNA masa depan atau menulis artikel ilmiah populer mengenai etika manipulasi genetik dan bioteknologi pangan. Tugas ini tidak hanya memperkuat pemahaman mereka, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir kritis dan etis terhadap kemajuan teknologi.

Pendekatan interdisipliner dapat diterapkan dengan mengintegrasikan materi ini ke pelajaran Bahasa Indonesia (menulis cerita fiksi ilmiah bertema genetika), Informatika (membuat presentasi interaktif tentang penyakit keturunan), atau IPS (meneliti persebaran penyakit genetik dalam populasi). Untuk menumbuhkan kesadaran dan kemandirian belajar, peserta didik juga dapat diminta menulis refleksi diri tentang risiko dan peluang bioteknologi dalam kehidupan manusia, serta melakukan penilaian diri dan penilaian teman sebaya. Hasil-hasil ini dapat dikembangkan menjadi pameran hasil belajar atau projek kelas berbasis komunitas, misalnya kampanye literasi bioteknologi sederhana di sekolah atau lingkungan sekitar. Selain memberi tantangan lain, guru juga dapat mengarahkan peserta didik yang sudah tuntas dalam mencapai tujuan pembelajaran untuk mempelajari pengayaan yang terdapat dalam Buku Siswa.

J. Refleksi

1. Refleksi Peserta Didik

Refleksi untuk peserta didik dapat dilihat dalam Buku Siswa seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut.


Refleksi
Akhir Bab
Setelah mempelajari bab ini, refleksikan kegiatan yang telah kamu lakukan dengan menjawab pertanyaan berikut ini.
1. Apa hal paling menarik yang kamu pelajari tentang pewarisan sifat atau bioteknologi? Mengapa itu menarik bagimu?
2. Apakah masih terdapat materi yang perlu dipahami?
3. Bagaimana caramu meningkatkan pemahaman terkait materi yang belum kamu kuasai?

Gambar 4.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi Akhir Bab 4

Untuk melaksanakan kegiatan refleksi pada Bab Pewarisan Sifat dan Bioteknologi, guru dapat menciptakan suasana kelas yang mendukung proses kontemplasi dan kejujuran ekspresi diri. Diawali dengan penataan ruang yang nyaman dan menenangkan, guru menjelaskan bahwa refleksi ini bukan sekadar meninjau kembali isi pelajaran, tetapi juga sarana untuk memahami kaitan antara pengetahuan genetika dan bioteknologi dengan kehidupan pribadi, keluarga, dan masyarakat. Guru dapat mempersiapkan lembar refleksi atau menampilkan pertanyaan pemantik di papan tulis, seperti: "Apa hal paling mengejutkan yang kamu pelajari tentang pewarisan sifat?" atau "Bagaimana kamu melihat peran bioteknologi dalam masa depan lingkungan dan kesehatan manusia?"

Peserta didik diminta mengisi refleksi secara jujur dan pribadi, dengan penekanan bahwa jawaban mereka tidak akan dinilai secara akademik, tetapi digunakan untuk mengembangkan kesadaran diri dan tanggung jawab terhadap pengetahuan. Setelah refleksi individu selesai, guru dapat membagi kelas menjadi beberapa kelompok kecil untuk berbagi pengalaman atau pemikiran, atau membuka forum kelas bagi yang bersedia menyampaikan refleksi secara terbuka. Kegiatan ini dapat diperkuat dengan simbol visual, seperti menggantung "rantai pewarisan nilai" yang dibuat oleh peserta didik, atau membuat peta harapan tentang pemanfaatan bioteknologi secara etis dan bijak.

Sebagai penutup, guru menekankan bahwa memahami pewarisan sifat bukan hanya soal gen dan kromosom, tetapi juga tentang siapa kita, dari mana kita berasal, dan apa tanggung jawab kita terhadap kehidupan. Begitu pula, bioteknologi bukan hanya produk ilmu, tetapi keputusan moral. Dengan kegiatan reflektif ini, peserta didik didorong untuk membangun koneksi antara ilmu dan nilai kehidupan, serta menumbuhkan kesadaran ilmiah dan empati sosial dalam menghadapi kemajuan teknologi di masa depan.

2. Refleksi Guru

Berikut adalah panduan pertanyaan refleksi bagi guru untuk melakukan refleksi akhir bab dari pembelajaran yang dilakukan. Guru sebaiknya melakukan refleksi berkelanjutan selama pembelajaran berlangsung.

a. Bagaimana pelaksanaan pembelajaran pada bab ini?
b. Keberhasilan apa yang menurut Bapak/Ibu telah dicapai peserta didik dan guru pada pembelajaran ini?

c. Adakah catatan khusus pada kondisi peserta didik selama pembelajaran?
d. Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kebutuhan khusus untuk diferensiasi kegiatan belajar? Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kemampuan memahami di luar ekspektasi?
e. Bagaimana perkembangan keterampilan inkuiri peserta didik dari penilaian-penilaian yang dilakukan?
f. Perbaikan dan modifikasi apa yang dapat dilakukan di masa yang akan datang?
g. Prinsip Pembelajaran Mendalam manakah yang masih perlu Bapak/Ibu kuatkan dalam bab ini?
h. Apa tantangan yang dihadapi dalam merancang pembelajaran dalam bab ini agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan?

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama menggunakan Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

1. Allott, A., and David Mindorff, *Oxford Resources for IB DP Biology: Course book* (1st ed.) (Oxford: Oxford University Press, 2023).
2. Campbell, Neil A., Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, and Jane B. Reece, *Biology: A Global Approach*, Eleventh edition, Global edition (Pearson, 2018).
3. Walpole, Brenda, *Biology for the IB Diploma* (2nd ed.) (Cambrigde: Cambridge University Press, 2011).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 5

Listrik, Magnet, dan Energi Alternatif

A. Pendahuluan

Di era modern ini, listrik dan magnet menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Hampir seluruh aktivitas sehari-hari melibatkan penggunaan energi listrik, mulai dari menyalakan lampu, mengisi daya gawai, hingga mengoperasikan alat-alat rumah tangga dan transportasi. Namun, pemanfaatan energi listrik ini tidak lepas dari tantangan seperti keterbatasan sumber daya, kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil, dan kebutuhan energi yang terus meningkat. Oleh karena itu, memahami konsep dasar kelistrikan dan kemagnetan menjadi fondasi penting untuk mengembangkan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Bab ini mengajak peserta didik untuk mengeksplorasi bagaimana listrik dan magnet bekerja, serta bagaimana keduanya saling berkaitan melalui fenomena induksi elektromagnetik. Peserta didik tidak hanya mempelajari konsep secara teoretis, tetapi juga mengalami langsung melalui kegiatan eksperimen dan projek yang mendorong rasa ingin tahu dan kreativitas. Pembelajaran dilakukan dalam suasana yang menggembirakan dan penuh kolaborasi, agar peserta didik dapat membangun pemahaman yang mendalam dan bermakna.

Melalui pembelajaran bab ini pula, peserta didik diajak memahami fenomena listrik statis dan dinamis, gaya dan medan listrik, serta rangkaian listrik yang biasa ditemui dalam perangkat rumah tangga. Pembahasan kemudian berlanjut ke konsep kemagnetan, elektromagnetisme, dan prinsip kerja generator yang menjadi dasar teknologi kelistrikan modern. Selain itu, peserta didik akan diperkenalkan dengan berbagai sumber energi alternatif yang dapat menggantikan energi fosil, seperti energi matahari, angin, dan air. Dengan memahami prinsip kerja pembangkit energi alternatif dan merancang prototipe alat sederhana, peserta didik dapat merasakan langsung bagaimana ilmu pengetahuan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Kegiatan ini juga bertujuan untuk menumbuhkan kesadaran, kepedulian sosial, dan semangat untuk berinovasi.

Tujuan pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai peserta didik setelah mempelajari bab ini adalah:

1. menjelaskan konsep dasar listrik statis dan dinamis serta interaksi antarmuatan listrik;

2. menganalisis hubungan antara gaya, medan, dan potensial listrik;
3. merancang dan menyusun rangkaian listrik sederhana secara mandiri dan kolaboratif;
4. menjelaskan prinsip dasar kemagnetan dan elektromagnetisme serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
5. mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai sumber energi alternatif beserta dampaknya terhadap lingkungan;
6. merancang purwarupa alat sederhana berbasis energi alternatif sebagai solusi atas permasalahan keterbatasan energi; dan
7. menunjukkan sikap peduli terhadap lingkungan dan menerapkan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari.

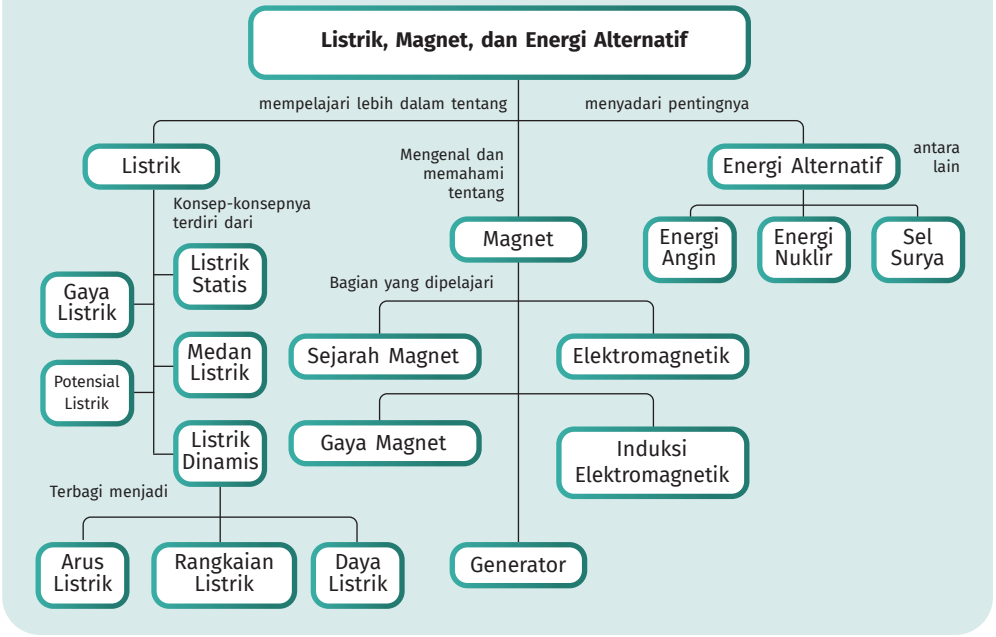
Tujuan pembelajaran tersebut diarahkan untuk dapat mencapai dimensi profil lulusan sebagai berikut.

- Penalaran kritis: Peserta didik diajak untuk mampu berpikir logis, analitis, dan reflektif dalam memahami, mengevaluasi, serta memproses informasi untuk menyelesaikan masalah.
- Kreativitas: Melalui rancangan aksi nyata, peserta didik diharapkan mampu berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk menciptakan solusi yang unik dan bermanfaat.
- Kemandirian: Peserta didik dilatih untuk berani dan berupaya serta yakin dengan kemampuannya sendiri untuk bekerja sama dalam beraktivitas dan berkarya di lingkungan masyarakat.

Kemudian, Bab ini memiliki tujuan akhir membentuk peserta didik yang tidak hanya memahami konsep ilmiah, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks sosial dan lingkungan. Keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi menjadi bagian integral dari pembelajaran, sekaligus menumbuhkan nilai tanggung jawab terhadap masa depan energi di Indonesia.

Untuk mendukung pencapaian tujuan tersebut, disediakan peta konsep yang menunjukkan keterkaitan antarsubbab, dimulai dari gejala dasar listrik statis hingga projek akhir berupa rancangan lampu bertenaga surya. Peta konsep ini menjadi panduan visual bagi peserta didik untuk memahami alur pemahaman materi secara menyeluruh dan berjenjang. Peta konsep pada Buku Siswa disajikan pada Gambar 5.1 berikut.

Peta Konsep



Gambar 5.1 Peta Konsep Bab Listrik, Magnet, dan Sumber Energi Alternatif

Peta konsep Bab 5 terdiri dari tiga pilar utama yaitu sebagai berikut.

- Listrik: mencakup listrik statis, gaya dan medan listrik, potensial listrik, listrik dinamis, rangkaian listrik, sumber arus, dan daya listrik.
- Magnet: mencakup sejarah, prinsip dasar magnet, elektromagnet, gaya Lorentz, induksi elektromagnetik, dan generator.
- Energi Alternatif: mencakup energi angin, matahari, dan nuklir serta penerapan teknologi energi bersih.

Setiap subbab dirancang untuk saling terhubung secara konseptual dan aplikatif, dengan penguatan melalui aktivitas laboratorium, diskusi, dan projek berbasis masalah nyata. Pemahaman tidak hanya dibangun dari teks, tetapi juga dari pengamatan, percobaan, refleksi, dan komunikasi hasil. Melalui pembelajaran Bab 5 ini, peserta didik diharapkan tidak hanya menjadi pribadi yang cakap secara pengetahuan, tetapi juga menjadi agen perubahan yang berkontribusi dalam menciptakan masyarakat yang hemat energi, ramah lingkungan, dan siap menghadapi tantangan global di masa depan.

Alokasi waktu yang disarankan untuk mempelajari Bab 5 adalah sekitar 20 JP (Jam Pelajaran). Guru diharapkan dapat mengatur waktu pembelajaran secara efektif dan fleksibel untuk menyesuaikan kebutuhan kelas dan mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran secara optimal.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Bab ini mengintegrasikan konsep-konsep dasar Fisika yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan mendorong peserta didik untuk memahami keterkaitan antara ilmu pengetahuan dan tantangan global masa kini, khususnya dalam bidang energi dan teknologi. Pembelajaran pada bab ini tidak hanya mencakup ranah kognitif, tetapi juga keterampilan proses sains, pemecahan masalah, dan sikap peduli terhadap lingkungan.

Peserta didik akan mempelajari bagaimana prinsip kelistrikan dan kemagnetan digunakan dalam berbagai alat dan teknologi yang menunjang kehidupan modern. Selain itu, peserta didik akan diajak untuk mengenal serta mengevaluasi sumber-sumber energi alternatif sebagai solusi atas permasalahan energi fosil yang tidak terbarukan dan berdampak lingkungan.

Pembelajaran dalam bab ini bersifat transdisipliner, mencakup integrasi antarsubbidang dalam IPA (Fisika, Biologi, dan Kimia), serta berhubungan dengan literasi lingkungan dan pembangunan berkelanjutan seperti isu *Sustainable Development Goal* (SDG) 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), SDG 11 (Kota dan Pemukiman Berkelanjutan), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim). Diharapkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna, dimulai dari pemahaman prinsip ilmiah hingga implementasinya dalam kehidupan nyata.

Agar pembelajaran dalam bab ini dapat berjalan optimal, peserta didik sebaiknya telah memiliki pengetahuan dan keterampilan berikut:

1. Mengenal bentuk-bentuk energi dan perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mengetahui sifat-sifat bahan konduktor dan isolator panas serta listrik.
3. Memahami konsep gaya dan gerak, serta pengaruh gaya terhadap benda.
4. Mengenal struktur dan fungsi sistem saraf dan respons tubuh terhadap rangsangan listrik.

5. Mengetahui hubungan antara medan magnet dan arus listrik dalam peralatan rumah tangga sederhana.
6. Memahami pengaruh penggunaan energi fosil terhadap lingkungan dan pemanasan global.
7. Mengenal berbagai jenis sumber energi, baik terbarukan maupun tak terbarukan.
8. Memiliki keterampilan dasar dalam melakukan pengamatan, percobaan, dan pengukuran sederhana.
9. Mampu bekerja sama, berdiskusi, dan menyampaikan hasil pengamatan secara lisan maupun tulisan.

Dengan bekal prasyarat ini, peserta didik diharapkan dapat mengikuti pembelajaran pada Bab 5 secara lebih aktif dan mendalam, serta mampu mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar mereka.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Model pembelajaran utama yang digunakan dalam Bab 5 adalah pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning*), di mana peserta didik diajak mengeksplorasi konsep listrik, magnet, dan energi alternatif melalui aktivitas eksperimen, pengamatan, analisis, dan pembuatan produk. Penilaian sumatif dapat berupa laporan praktikum, projek purwarupa, dan refleksi hasil belajar. Strategi pembelajaran yang dapat digunakan meliputi pembelajaran kontekstual (*contextual learning*) untuk mengaitkan konsep dengan kehidupan nyata, pembelajaran kolaboratif (*collaborative learning*) untuk membangun kerja sama dalam aktivitas eksperimen dan projek, serta pembelajaran berbasis penyelesaian masalah (*problem-based learning*) untuk mendorong peserta didik merancang solusi atas tantangan keterbatasan energi di sekitarnya. Guru memiliki fleksibilitas untuk menyesuaikan pendekatan ini dengan karakteristik satuan pendidikan serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

2. Kemitraan Pembelajaran

Guru dianjurkan menjalin kemitraan aktif dengan orang tua peserta didik, terutama dalam aktivitas pembelajaran yang dilakukan di rumah seperti pengamatan alat listrik di lingkungan sekitar, pengujian alat sederhana,

atau projek pembuatan lampu surya. Orang tua dapat diberi informasi awal mengenai tujuan pembelajaran, langkah kerja, dan penilaian agar dapat memberikan dukungan yang optimal. Di luar rumah dan sekolah, guru juga dapat menggandeng mitra seperti bengkel listrik lokal, pusat edukasi energi terbarukan, atau penyedia panel surya sederhana untuk mendukung pembelajaran projek. Kemitraan ini tidak harus rumit, cukup sederhana dan relevan agar memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual.

3. **Lingkungan Pembelajaran**
   Lingkungan pembelajaran tidak terbatas pada ruang kelas. Guru dapat memanfaatkan laboratorium IPA, ruang terbuka untuk observasi medan magnet atau penggunaan panel surya, maupun ruang rumah peserta didik sebagai tempat eksplorasi mandiri atau kolaboratif. Jika memungkinkan, kunjungan ke pusat listrik (PLN, PLTS mini), bengkel elektronika, atau pameran teknologi dapat memperkaya pembelajaran. Ruang virtual seperti *video conference* juga bisa dimanfaatkan untuk menghadirkan narasumber dari komunitas energi terbarukan atau praktisi teknis yang relevan.

4. **Pemanfaatan Digital**
   Teknologi digital dapat dioptimalkan untuk eksplorasi konsep dan pengayaan materi. Peserta didik dapat menggunakan simulasi kelistrikan berbasis web (misalnya *PhET Interactive Simulations*), aplikasi desain rangkaian listrik, serta perangkat lunak sederhana untuk menyusun laporan eksperimen dan projek. Dalam projek akhir, peserta didik juga dapat membuat dokumentasi proses kerja dan presentasi digital. Guru diharapkan memberikan bimbingan dan pengawasan dalam penggunaan internet agar peserta didik dapat menjelajah secara aman dan bertanggung jawab.

D. Apersepsi

Pada Buku Siswa, apersepsi Bab 5 dimulai dengan pemantik berupa pertanyaan-pertanyaan reflektif yang membangun keterkaitan antara pengalaman pribadi peserta didik dengan konsep-konsep ilmiah tentang listrik, magnet, dan energi alternatif. Peserta didik diajak untuk mengamati benda-benda di rumah yang menggunakan listrik, mengenang pengalaman saat tersengat listrik, serta mengaitkannya dengan fenomena seperti lampu jalan tenaga surya

atau kendaraan listrik. Tujuannya adalah untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan kesadaran bahwa topik-topik dalam bab ini sangat relevan dengan kehidupan mereka sehari-hari.

Contoh kegiatan apersepsi dalam Buku Siswa ditampilkan melalui bagian "Siap-Siap Belajar" yang menyajikan pertanyaan terbuka, seperti:

- Apa saja alat di rumahmu yang tidak dapat berfungsi tanpa listrik?
- Pernahkah kamu mengalami tersengat listrik? Jika ya, bagaimana rasanya?
- Pernahkah kamu melihat lampu jalan bertenaga surya atau mobil listrik?
- Jika kamu harus memilih satu sumber energi alternatif untuk daerahmu, apa yang akan kamu pilih?

Pertanyaan-pertanyaan ini dapat digunakan guru sebagai alat untuk memetakan pengetahuan awal peserta didik, sekaligus membuka ruang diskusi dan refleksi yang kontekstual. Kegiatan ini mendorong peserta didik mengingat pengalaman pribadi mereka yang berkaitan dengan listrik dan energi, serta mulai memikirkan permasalahan nyata dan solusinya secara sederhana.

Selain aktivitas dalam Buku Siswa, guru juga dapat mengembangkan kegiatan apersepsi tambahan seperti berikut ini.

1. Observasi Lingkungan Sekitar
   Guru meminta peserta didik mendata lima alat di rumah yang menggunakan listrik dan menuliskan dari mana listrik di rumah mereka berasal. Hasil pengamatan didiskusikan dalam kelompok kecil.
2. Simulasi Pengalaman "Kesetrum"
   Guru mengajak peserta didik menceritakan pengalaman pernah kesetrum atau menyaksikan peristiwa korsleting listrik. Diskusi ini dapat digunakan untuk menjelaskan konsep beda potensial dan konduktivitas listrik secara awal.
3. Poster Perbandingan Sumber Energi
   Guru menampilkan dua gambar: satu PLTU dan satu panel surya. Peserta didik diminta mendeskripsikan perbedaan dampaknya terhadap lingkungan dan memilih mana yang lebih cocok untuk masa depan daerahnya.
4. Diskusi Ringan tentang Lampu Padam
   Guru memulai diskusi dengan pertanyaan: "Apa yang kalian lakukan saat mati lampu?" Pertanyaan ini bisa menjembatani topik listrik dinamis, rangkaian, dan ketergantungan masyarakat terhadap energi.

5. Analisis Tren Kendaraan Listrik
   Guru dapat memutar klip pendek tentang kendaraan listrik (EV) dan meminta peserta didik menyebutkan perbedaan dengan kendaraan berbahan bakar fosil, serta mendiskusikan kelebihan dan kekurangannya.

Apersepsi bukan hanya berfungsi sebagai pemantik, tetapi juga sebagai upaya menghubungkan pengetahuan awal dengan pengalaman nyata peserta didik. Guru dapat memilih atau menyusun bentuk apersepsi yang paling sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik di kelas.

E. Formatif Awal

Aktivitas formatif awal dalam Buku Siswa Bab 5 dirancang untuk menggali pengetahuan awal, pengalaman, dan persepsi peserta didik terhadap konsep listrik, magnet, dan energi alternatif yang akan dipelajari. Kegiatan ini berupa daftar pertanyaan reflektif yang mendorong diskusi kelompok, penggalian pengalaman pribadi, dan pemikiran kritis sejak awal pembelajaran.

Contoh aktivitas formatif awal dalam Buku Siswa ditampilkan melalui bagian apersepsi "Siap-Siap Belajar" dengan pertanyaan-pertanyaan seperti berikut.

1. Apa saja alat di rumahmu yang tidak dapat berfungsi tanpa listrik?
2. Pernahkah kamu mengalami tersengat listrik? Jika ya, bagaimana itu terjadi?
3. Menurutmu, dari mana asal energi listrik yang digunakan di rumah?
4. Apa yang terjadi jika magnet didekatkan ke benda logam?
5. Apakah kamu pernah melihat kendaraan listrik atau lampu tenaga surya?
6. Apa dampak penggunaan energi fosil terhadap lingkungan?

Pertanyaan-pertanyaan ini dapat digunakan guru untuk mengidentifikasi pemahaman awal peserta didik, menumbuhkan rasa ingin tahu, dan menjadi dasar penyusunan strategi pembelajaran lanjutan yang adaptif terhadap kebutuhan kelas.

Selain aktivitas dalam Buku Siswa, guru dapat melakukan variasi asesmen formatif awal baik secara kognitif maupun nonkognitif seperti berikut ini.

- Kartu Pertanyaan Konsep Dasar
  Guru menyiapkan kartu berisi pertanyaan singkat tentang konsep listrik dan energi. Peserta didik mengambil satu kartu dan menjawab secara bergiliran kemudian guru memberikan penguatan secara klasikal.

- Jajak Pendapat atau Voting Cepat
  Guru menampilkan beberapa pernyataan atau gambar (misalnya gambar lampu padam atau mobil listrik) dan meminta peserta didik merespons setuju/tidak setuju atau setuju dengan alasan untuk memancing diskusi.
- Pengamatan Kontekstual
  Guru meminta peserta didik mengamati peralatan listrik di rumah dan mencatat fungsi, sumber energi, dan bagaimana alat tersebut bekerja. Hasil pengamatan kemudian dibahas secara berpasangan atau dalam kelompok.
- Pemetaan Konsep (*Concept Mapping*)
  Peserta didik diminta menggambarkan skema awal tentang bagaimana listrik bekerja atau bagaimana energi alternatif bisa digunakan. Peta ini akan diperbandingkan kembali setelah bab selesai sebagai refleksi.

Saat menyusun asesmen formatif awal, beberapa hal yang perlu diperhatikan guru adalah sebagai berikut.

- Formatif awal sebaiknya mengangkat isu-isu kontekstual dan relevan dengan pengalaman peserta didik, seperti kejadian mati lampu, penggunaan *charger*, atau pengamatan lampu jalan tenaga surya.
- Formatif awal sebaiknya tidak hanya mengukur hafalan, tetapi menggali cara berpikir, pemahaman intuitif, serta potensi miskonsepsi peserta didik.
- Hasil asesmen formatif ini digunakan sebagai dasar untuk diferensiasi pembelajaran—misalnya, memperkuat konsep dasar bagi yang belum paham atau memberikan tantangan lebih bagi yang sudah siap melangkah lebih jauh.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Bab 5 membahas konsep-konsep mendasar dalam fisika yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari, yaitu tentang listrik, magnet, dan energi alternatif. Seluruh aktivitas dalam bab ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna, kontekstual, dan aplikatif, dengan memfasilitasi peserta didik membangun pemahaman melalui proses eksplorasi, eksperimen, refleksi, dan kreasi. Pembelajaran dalam bab ini menekankan tiga prinsip utama:

- Memahami: peserta didik memperoleh pemahaman konseptual melalui pengamatan, diskusi, dan penjelajahan ide.
- Mengaplikasi: peserta didik menerapkan konsep untuk menyelesaikan masalah atau membuat produk sederhana.
- Merefleksi: peserta didik mengevaluasi proses belajarnya, mengidentifikasi miskonsepsi, dan menyusun rencana perbaikan diri.

Subbab A. Listrik

Tabel 5.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 5.1 Ayo Selidiki	Memahami	Menghubungkan gejala listrik statis dengan pengalaman pribadi dan eksperimen sederhana
Aktivitas 5.2 Ayo Amati	Mengaplikasi	Menganalisis gaya tarik dan tolak listrik melalui pengamatan balon bermuatan
Aktivitas 5.3 Ayo Analisis	Mengaplikasi	Merancang dan mengamati perbedaan rangkaian seri dan paralel

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab A.

Aktivitas 5.1 Ayo Selidiki

Aktivitas ini merupakan bagian utama dalam subbab ini. Langkah-langkah melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

- Guru membagi peserta didik dalam kelompok.
- Guru menjelaskan kepada peserta didik mengenai Aktivitas 5.1 dari Buku Siswa. Peserta didik dapat mendiskusikan dalam penyediaan barang-barang yang diperlukan untuk melakukan percobaan.
- Sebelum menyusun tabel data dan membuat laporan pencatatan, peserta didik perlu didampingi sehingga elektroskop dapat digunakan dan menunjukkan gejala-gejala yang dimaksud.
- Guru mengingatkan peserta didik untuk memperhatikan keselamatan kerja selama percobaan dan kebersihan setelah melakukan percobaan
- Guru meminta beberapa kelompok untuk mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas.

Aktivitas 5.2 Ayo Amati

Aktivitas ini merupakan kegiatan formatif yang mendorong peserta didik melakukan pengamatan langsung terhadap fenomena interaksi gaya listrik. Tujuannya adalah agar peserta didik dapat mengamati dan merasakan langsung gaya listrik yang tidak tampak oleh mata.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru menjelaskan tujuan dari aktivitas ini serta memberikan gambaran fenomena apa yang akan terjadi secara ringkas.
- Peserta didik membentuk kelompok dan mulai mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan.
- Guru dapat memberi bantuan kepada peserta didik saat mulai menyusun percobaan.
- Setelah pengamatan, guru memfasilitasi diskusi kelas untuk membandingkan hasil data yang telah disusun.
- Peserta didik dapat mendiskusikan hasil kerjanya dengan kelompok lain.

Aktivitas 5.3 Ayo Analisis

Aktivitas ini bertujuan membantu peserta didik memahami perbedaan rangkaian seri dan paralel melalui pengalaman langsung, sekaligus menghubungkannya dengan kebutuhan nyata—menyalakan beberapa lampu dengan satu sakelar di rumah. Aktivitas ini menumbuhkan keterampilan merancang, menguji, dan mengevaluasi sistem sederhana secara kolaboratif serta menanamkan sikap hemat energi dan keselamatan kerja dasar.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru membangun konteks dengan pertanyaan pemantik, misalnya: “Kalau kita ingin menyalakan beberapa lampu sekaligus hanya dengan satu sakelar, rangkaian seperti apa yang sebaiknya dipakai—seri atau paralel? Mengapa?”
- Guru memperkenalkan alat dan bahan sederhana (baterai 1,5–3 V, LED, kertas dan goresan pensil tebal sebagai penghantar, aluminium foil sebagai sakelar, kabel/klip buaya). Tekankan keselamatan: tegangan rendah, hindari hubungan singkat, perhatikan polaritas LED.

- Peserta didik membuat tiga susunan, seperti pada Gambar 5.16 (Rangkaian 1, 2, dan 3) pada Buku Siswa, menggunakan goresan pensil sebagai jalur listrik dan aluminium foil sebagai sakelar penghubung untuk rangkaian 2 dan 3.
- Peserta didik mengamati nyala LED pada tiap rangkaian (terang/redup/tidak menyala) dan, bila tersedia, mencatat pembacaan sederhana (misalnya tegangan di tiap cabang). Guru menekankan perbedaan mendasar: pada seri, arus sama tetapi tegangan terbagi; pada paralel, tegangan sama pada tiap beban.
- Peserta didik mendiskusikan hasil: rangkaian mana yang paling sesuai untuk menyalakan beberapa lampu dengan satu sakelar? Mengapa? Fasilitasi agar alasan mengacu pada konsep (tegangan sama di paralel → kecerlangan tiap lampu konsisten; jika satu lampu rusak, yang lain tetap menyala).
- Guru mengaitkan dengan contoh nyata di rumah: posisi sakelar utama sebelum percabangan, alasan teknis dan keamanan, serta kebiasaan hemat energi (mematikan lampu yang tidak dipakai).
- Sebagai penutup, guru mengantar ke topik berikutnya tentang sumber arus (DC dari baterai/aki dan AC dari generator/PLN) untuk menjawab "dari mana asal arus listrik yang mengalir terus-menerus dalam rangkaian?".

Catatan untuk guru:

- Antisipasi miskonsepsi umum (misalnya mengira arus sama pada semua cabang paralel). Gunakan perbandingan kecerlangan LED sebagai bukti empiris.
- Jika nyala LED redup saat memakai jalur pensil, minta peserta didik menebalkan goresan atau mempersingkat jalur.
- Dorong refleksi singkat di akhir: "Apa kelebihan paralel dibanding seri untuk instalasi rumah? Kapan seri tetap bermanfaat?"
- Tekankan nilai tanggung jawab dalam menggunakan listrik secara aman dan efisien sebagai bagian dari karakter baik dan kepedulian terhadap lingkungan.

Subbab B. Magnet

Tabel 5.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 5.4 Ayo Analisis	Mengaplikasi	Mengaitkan prinsip kemagnetan dengan benda-benda sehari-hari

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab B.

Aktivitas 5.4 Ayo Analisis

Aktivitas ini menuntun peserta didik membandingkan kemampuan berbagai magnet dalam pemisahan material berdasarkan sifat kemagnetannya, sekaligus menumbuhkan kepedulian terhadap pemilahan dan daur ulang (SDGs 11 & 12). Hasil pengamatan disajikan dalam tabel dan grafik sederhana, lalu dipresentasikan.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru membuka dengan pertanyaan pemantik, misalnya: “Mengapa di tempat daur ulang ada alat pemilah logam yang menggunakan magnet?” Tunjukkan contoh benda yang magnetik (klip kertas) dan nonmagnetik (plastik/kertas/kayu).
- Guru menekankan keselamatan dan ketertiban kerja: area bersih, magnet tidak didekatkan ke perangkat elektronik/kartu magnetik. Gunakan pinset saat perlu, atur waktu uji per sesi 10 detik.
- Peserta didik mencampur bahan uji (klip kertas + potongan plastik/kertas/kayu) di nampan secara acak merata.
- Kelompok menguji tiga jenis magnet (batang, U/tapal kuda, jarum/cincin) secara bergiliran, setiap uji berdurasi 10 detik. Hasil yang dihitung hanya klip kertas yang pindah/terangkat.
- Uji gabungan magnet (mis. 1+2; 1+2+3)dengan empat kali ulangan untuk melihat pengaruh penjumlahan medan magnet.
- (Opsional) Variasi jarak: letakkan pembatas karton tipis di atas tumpukan untuk menguji pengaruh jarak/penghalang; atau ukur massa klip terangkat dengan timbangan digital sebagai data kuantitatif tambahan.

- Peserta didik mengisi Tabel 5.3 (pada Buku Siswa) dan menyusun grafik 1 (rata-rata klip terangkat vs jenis magnet) dan grafik 2 (rata-rata klip terangkat pada tiap percobaan untuk tiap magnet) sesuai instruksi pada Buku Siswa.
- Diskusi kelas difasilitasi dengan 4 pertanyaan panduan: benda apa saja yang terangkat; magnet mana paling efektif; apakah penggabungan magnet meningkatkan "kekuatan" tarik; dan kesesuaian hasil dengan hipotesis.

Subbab C. Energi Alternatif

Tabel 5.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C

Kode dan Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 5.5 Ayo Komunikasikan	Mengaplikasi	Mengidentifikasi potensi sumber energi alternatif di lingkungan sekitar

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab C.

Aktivitas 5.5 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini menumbuhkan literasi sains dan keterampilan komunikasi: peserta didik mencari, merangkum, dan mempresentasikan informasi populer tentang energi terbarukan; menganalisis keberlanjutan dibanding energi fosil; serta memetakan potensi lokal. Keluaran utama berupa kliping/artikel terpilih, ringkasan 3–5 kalimat, analisis singkat, dan rekomendasi potensi energi daerah.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru membuka dengan pertanyaan pemantik: "Mengapa Indonesia butuh beralih ke energi terbarukan? Bagian mana yang paling dekat dengan kehidupan kita—rumah, sekolah, atau desa/kota?".
- Guru memandu kriteria pemilihan artikel yang tepercaya (media arus utama/portal pemerintah/NGO bereputasi), relevan (energi surya/angin/air/biomassa/panas bumi), dan mutakhir (2–3 tahun terakhir). Tekankan etika sitasi: tulis judul, media, penulis, tanggal, dan tautan/cuplikan sumber.
- Peserta didik mencari 1 artikel dan membuat kliping/lampiran (cetak atau tangkapan layar yang jelas).

- Peserta didik menulis ringkasan 3–5 kalimat yang memuat (i) topik utama, (ii) data/fakta kunci (angka, lokasi, kapasitas/ dampak), (iii) manfaat/ tantangan, (iv) pesan utama/implikasi.
- Peserta didik menuliskan analisis keberlanjutan: mengapa sumber itu terbarukan, apa keunggulan dibanding fosil (ketersediaan, emisi/limbah), dan tantangan penerapannya (biaya awal, intermitensi, infrastruktur).
- Peserta didik mengerjakan potensi energi daerah: identifikasi 2–3 sumber paling realistis berdasarkan kondisi lokal (intensitas matahari, kecepatan angin, debit air, limbah pertanian, geotermal, dan lain-lain), lalu memberi alasan berbasis bukti (peta sederhana, foto, pengamatan lingkungan, atau data lokal jika ada).
- Presentasi singkat (2–3 menit/kelompok) dengan menampilkan kliping, ringkasan, diagram/infografik kecil, dan rekomendasi sumber energi yang paling cocok untuk wilayahnya.

Catatan untuk guru:

Penekanan literasi informasi

- Bedakan fakta vs opini: cek tanggal, penulis, dan rujukan data.
- Ajak peserta didik menandai 1–2 angka kunci (mis. kapasitas MW, pengurangan emisi, dan jumlah rumah tangga terlayani).
- Dorong ringkasan parafrasa, bukan menyalin; cek plagiarisme sederhana (ubah struktur kalimat, sumber ditulis).

***Organizer* yang disarankan**

- Tabel 3 kolom: Fakta dari artikel | Makna/implikasi | Bukti pendukung.
- Venn Diagram: Terbarukan vs Fosil (ketersediaan, emisi, dampak lingkungan, dan biaya operasi).
- Peta Potensi Lokal: titik lokasi + alasan (matahari/angin/air/biomassa).

Diferensiasi

- *Remedial*: sediakan 2–3 artikel kurasi; minta peserta didik memilih salah satu dan fokus pada ringkasan dan satu perbandingan utama dengan fosil.
- *Pengayaan*: minta peserta didik menyusun *mini policy brief* (≤150 kata) atau membandingkan dua artikel dari media berbeda.

Keterkaitan SDGs

- Tekankan **SDG 7** (Energi Bersih & Terjangkau), **SDG 11** (Kota & Komunitas Berkelanjutan), **SDG 12** (Konsumsi/Produksi Bertanggung Jawab), dan **SDG 13** (Aksi Iklim).
- Minta peserta didik menutup presentasi dengan satu aksi kecil yang bisa dilakukan di rumah/sekolah (hemat listrik, audit energi mini, kampanye poster).

Setiap pengalaman belajar pada bab ini diharapkan tidak hanya memperkuat penguasaan konsep, tetapi juga membangun nilai-nilai kolaborasi, kepedulian lingkungan, dan kemampuan *problem solving* yang sangat relevan dalam kehidupan peserta didik.

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Bab ini menyediakan banyak ruang untuk pembelajaran berdiferensiasi baik dari segi konten, proses, maupun produk. Guru sangat dianjurkan untuk menyesuaikan aktivitas berdasarkan tingkat kesiapan, minat, dan gaya belajar peserta didik di kelasnya.

a. Diferensiasi Konten

Guru dapat memberikan pilihan bacaan pengayaan atau video tematik terkait energi terbarukan, elektromagnet, atau sejarah penemuan listrik. Misalnya, peserta didik yang sudah mahir dapat ditantang untuk menganalisis mobil listrik, sementara peserta didik yang masih pada tahap awal dapat difokuskan pada rangkaian sederhana.

b. Diferensiasi Proses

Guru dapat menawarkan pilihan metode pelaksanaan eksperimen. Misalnya, dalam aktivitas rangkaian listrik, peserta didik dapat memilih menggunakan baterai, kertas grafit, atau aluminium foil sebagai penghantar. Untuk pemetaan konsep, peserta didik bisa memilih membuat *mindmap* digital atau bagan tulis tangan.

c. Diferensiasi Produk

Produk akhir pembelajaran dapat berupa laporan eksperimen tertulis, presentasi digital, poster, video vlog, sketsa alat, atau bentuk lainnya. Pada Projek Akhir, guru dapat mengarahkan peserta didik membuat lampu surya dari bahan-bahan yang tersedia di sekitar rumah, dengan pendekatan desain yang fleksibel.

Dengan memberi ruang pilihan ini, peserta didik akan merasa lebih memiliki terhadap proses belajar, serta terdorong untuk menunjukkan potensi terbaik mereka dalam gaya belajar yang sesuai.

3. Miskonsepsi dan Materi Sensitif

Berikut ini beberapa miskonsepsi umum yang perlu diantisipasi dalam bab ini.

- Arus listrik dianggap mengalir dari kutub negatif ke kutub positif. Padahal, yang mengalir dari kutub negatif ke kutub positif adalah elektron. Sedangkan konvensi arah arus listrik justru ditetapkan dari kutub positif menuju kutub negatif.
- Semua logam adalah magnet.
- Energi alternatif tidak bisa diandalkan.
- Panel surya bisa langsung digunakan tanpa pengatur atau baterai.
- Elektromagnet adalah magnet biasa yang dikuatkan.

Guru disarankan menggunakan model konkret, simulasi digital (seperti PhET), dan analogi kehidupan sehari-hari untuk mengklarifikasi miskonsepsi tersebut.

Dalam diskusi terkait energi alternatif, guru perlu peka terhadap latar belakang sosial-ekonomi peserta didik. Misalnya, jika sebagian peserta didik belum memiliki akses listrik memadai di rumah, penting untuk menyampaikan bahwa tantangan energi adalah isu bersama, dan peserta didik tetap dapat berkontribusi melalui inovasi kecil.

4. Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3)

Bab ini melibatkan beberapa eksperimen menggunakan sumber listrik tegangan rendah dan komponen logam sehingga aspek keamanan harus menjadi perhatian utama guru.

- Gunakan baterai 1,5V atau 3V, hindari koneksi langsung ke sumber listrik rumah (PLN).
- Pastikan kabel tidak terkelupas, sambungan tidak longgar, dan tidak menyentuh air.
- Gunakan isolasi listrik saat merakit rangkaian.

- Gunakan peralatan tajam (gunting, solder) hanya di bawah pengawasan guru.
- Pastikan projek akhir dilakukan di tempat terang dan berventilasi.

Guru juga disarankan untuk menyiapkan lembar instruksi K3 singkat yang ditempel di kelas/lab sebagai pengingat visual.

5. Asesmen Formatif

Asesmen formatif pada Bab 5 dilakukan secara menyeluruh dan integratif untuk melihat pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep kelistrikan, kemagnetan, dan energi alternatif, serta keterampilan proses sains, kemampuan refleksi, dan sikap terhadap isu-isu energi berkelanjutan. Guru diharapkan menggunakan asesmen formatif untuk memberikan umpan balik selama proses belajar, bukan hanya sebagai alat penilaian akhir. Adapun tujuan dari asesmen formatif adalah sebagai berikut.

- Mengidentifikasi pemahaman awal dan perkembangan kognitif peserta didik.
- Mendeteksi miskonsepsi atau kekeliruan dalam penalaran ilmiah.
- Mendorong peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses dan hasil belajarnya.
- Menilai sikap ilmiah, keterampilan eksperimen, dan kemampuan bekerja sama.

Asesmen formatif dilakukan dalam bentuk observasi langsung, diskusi kelas, jurnal refleksi, laporan percobaan, dan rubrik penilaian produk seperti poster, alat, atau prototipe projek. Berikut ini adalah contoh rubrik untuk aktivitas-aktivitas yang ada di dalam Bab 5 dan dapat digunakan untuk asesmen formatif.

Aktivitas 5.1 Ayo Selidiki (Elektroskop Sederhana)

Rubrik penilaian aktivitas ini dapat difokuskan pada:

- keterampilan merakit alat sederhana,
- kejelasan observasi dan pencatatan hasil, dan
- kemampuan menyimpulkan interaksi muatan listrik.

Tabel 5.4 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.2

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)
Perakitan Alat	Alat berfungsi sempurna.	Alat berfungsi sebagian.	Alat tidak berfungsi konsisten.	Alat tidak dapat berfungsi sama sekali.
Observasi dan Data	Menyajikan data angka > 2 secara runut	Menyajikan data angka > 2 dengan tidak runut	Data angka ≤2 ≤2	Tidak ada data angka.
Penarikan Simpulan	Simpulan tepat dan mendalam.	Simpulan cukup logis.	Simpulan kurang mendalam.	Tidak menarik simpulan

Aktivitas 5.3 Ayo Analisis (Rangkaian Seri dan Pararel)

Tabel 5.5 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.3

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)
Desain rangkaian	Rangkaian berfungsi optimal, nyala lampu sesuai harapan.	Rangkaian berjalan, nyala kurang konsisten.	Rangkaian tidak lengkap atau lampu tidak menyala.	Rangkaian tidak dapat dirakit.
Pengamatan	Pengamatan tepat, data dicatat dengan akurat	Data tercatat	Pengamatan kurang sistematis	Tidak mencatat sama sekali
Analisis	Analisis membandingkan seri dan paralel dengan tepat	Analisis sebagian tepat	Analisis tidak lengkap	Tidak melakukan analisis

Aktivitas 5.4 Ayo Analisis

Tabel 5.6 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.4

Aspek	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Perlu Bimbingan)	Bobot
Perencanaan dan K3	Prosedur jelas; area kerja rapi; alat lengkap; K3 dipatuhi penuh (magnet jauh dari perangkat, gunakan pinset saat perlu).	Prosedur cukup; 1–2 kekurangan minor; K3 hampir selalu dipatuhi.	Perencanaan kurang; beberapa alat/ label tidak siap; ada pelanggaran K3 ringan.	Tidak ada rencana; alat berantakan; pelanggaran K3 yang berisiko	15%
Pelaksanaan Eksperimen dan Pengumpulan Data	Menguji 3 jenis magnet + gabungan magnet (≥4 ulangan); waktu uji konsisten (10 detik/sesi); data lengkap dan rapi.	3 jenis magnet diuji; gabungan diuji ≤2 ulangan; waktu uji hampir konsisten; data cukup rapi.	Hanya 2 jenis magnet atau ulangan <3; beberapa data hilang/ tidak konsisten.	Prosedur tidak tuntas; data sangat minim/ tidak dapat digunakan.	25%
Variabel dan Kendali (opsional jarak/massa)	Mengontrol campuran bahan; mencoba variasi jarak/ penghalang atau mencatat massa klip; menyebutkan faktor yang memengaruhi hasil.	Campuran bahan terkendali; satu variasi diuji tapi tidak tuntas.	Kendali variabel lemah; variasi tidak jelas.	Tidak ada kendali; variabel berubah-ubah.	10%

Aspek	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Perlu Bimbingan)	Bobot
Analisis dan Interpretasi	Menyimpulkan berdasarkan rata-rata dan ulangan; menjelaskan pengaruh bentuk magnet, jarak, orientasi kutub; menjawab semua pertanyaan dengan alasan ilmiah.	Kesimpulan sesuai data; alasan ilmiah ada tetapi belum mendalam; 1 pertanyaan terjawab umum.	Kesimpulan sebagian sesuai; alasan lemah/ umum; beberapa pertanyaan tidak dijawab.	Kesimpulan tidak didukung data atau konsep keliru.	25%
Visualisasi (Tabel dan Grafik)	Dua grafik sesuai instruksi (Grafik 1 & 2); sumbu berlabel, judul jelas, satuan/ legenda lengkap; tabel rapi.	Dua grafik ada; label/ satuan sebagian lengkap; tabel cukup rapi.	Hanya satu grafik atau label kurang jelas; tabel kurang rapi.	Tidak ada grafik; tabel tidak terbaca.	15%
Komunikasi, Kolaborasi, dan SDGs	Presentasi 2–3 menit fokus data; pembagian tugas seimbang; mengaitkan hasil ke SDGs 11 & 12 dengan contoh aksi nyata (*e-waste*).	Presentasi cukup jelas; kolaborasi baik; kaitan SDGs disebut singkat.	Presentasi kurang terstruktur; kolaborasi tidak merata; kaitan SDGs samar.	Tidak presentasi; tidak ada kolaborasi; tidak mengaitkan SDGs.	10%

Skor Akhir = Σ (Skor Aspek × Bobot)

Konversi nilai (opsi):

A = 3.26–4.00

B = 2.51–3.25

C = 1.76–2.50

D ≤ 1.75

Aktivitas 5.5 Ayo Komunikasikan

Tabel 5.7 Rubrik Penilaian Aktivitas 5.5

Aspek	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Perlu Bimbingan)	Bobot
Kualitas Sumber dan Literasi Informasi	Memilih ≥1 artikel tepercaya dan mutakhir (≤3 thn); identitas lengkap (judul, penulis, media, tanggal, tautan/cuplikan); membedakan fakta vs opini.	Sumber tepercaya tetapi sebagian identitas/ sifat mutakhir kurang lengkap.	Sumber kurang jelas (blog/ unggahan tanpa kredensial) atau usang; identitas tidak lengkap.	Sumber tidak dapat diverifikasi; tidak ada keterangan.	15%
Ringkasan 3–5 Kalimat	Ringkas, akurat, memuat data kunci (angka/ lokasi/kapasitas/ dampak), manfaat dan tantangan, serta pesan utama.	Ringkas dan akurat tetapi data kunci terbatas; pesan utama ada.	Cenderung menyalin; informasi umum; beberapa detail keliru.	Tidak ringkas/ tidak sesuai isi artikel/ plagiatif	20%
Analisis Keberlanjutan dan Perbandingan dengan Fosil	Menjelaskan mengapa terbarukan (ketersediaan/ daur alam), membandingkan dengan fosil (ketersediaan, emisi/limbah, dampak), serta menyebut tantangan (intermitensi, biaya, infrastruktur).	Analisis tepat tetapi belum menyentuh semua aspek atau kurang mendalam..	Analisis parsial/ umum; perbandingan lemah.	Analisis keliru/tidak ada.	20%

Aspek	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Perlu Bimbingan)	Bobot
Potensi Energi Daerah dan Justifikasi	Mengusulkan 2–3 sumber paling potensial; alasan berbasis bukti (kondisi geografis/ sumber daya, foto/ peta/pengamatan/ data lokal); memberi rekomendasi terbaik dengan argumen kuat.	Usulan 2–3 sumber dengan alasan cukup logis; rekomendasi ada tetapi biasa.	Usulan terbatas/ alasan umum; rekomendasi kurang jelas.	Tidak ada usulan/ alasan	20%
Visualisasi dan Organisasi (Tabel/ Diagram/ Infografik)	Tabel/diagram/ infografik jelas; judul, label sumbu, satuan/legenda lengkap; tata letak rapi dan mudah dibaca.	Visual ada dan cukup jelas; beberapa label/satuan kurang lengkap.	Visual kurang terbaca/ tidak konsisten.	Tidak ada visualisasi.	15%
Komunikasi, Kolaborasi, Etika, dan SDGs	Presentasi 2–3 menit fokus; kolaborasi seimbang; sitasi benar; mengaitkan ke SDG 7/11/12/13 + aksi kecil yang dapat dilakukan.	Presentasi cukup jelas; kolaborasi baik; sitasi ada; SDGs disebut singkat.	Presentasi kurang terstruktur; kolaborasi tidak merata; sitasi/SDGs samar.	Tidak presentasi; tidak ada kolaborasi; tidak menyebut sitasi/SDGs	10%

Skor Akhir = Σ (Skor Aspek × Bobot)

Konversi nilai (opsi):

A = 3.26–4.00

B = 2.51–3.25

C = 1.76–2.50

D ≤ 1.75

G. Sumatif

Penilaian sumatif dalam Bab 5 dilaksanakan melalui dua bentuk utama:

1. Projek Akhir Bab: Merancang Lampu Bertenaga Surya dan diberikan alternatif projek aktivitas lain
2. Uji Kompetensi: Soal-soal uraian konseptual yang mencakup seluruh isi Bab 5

Kedua bentuk penilaian ini bersifat saling melengkapi. Projek akhir bertujuan menilai penerapan pengetahuan dan keterampilan abad ke-21 secara nyata dan kontekstual. Sementara Uji Kompetensi dirancang untuk menilai penguasaan konsep, pemahaman ilmiah, dan kemampuan bernalar logis terhadap topik-topik utama dalam bab ini.

1. Projek Akhir Bab

Projek akhir bertujuan untuk beberapa hal berikut ini.

- Mengembangkan pemahaman peserta didik tentang prinsip konversi energi.
- Mendorong keterampilan *problem solving* dengan merancang alat yang kontekstual.
- Menguatkan kepedulian sosial dan kesadaran akan pentingnya penggunaan energi terbarukan.

Projek ini juga mendukung penguatan keterampilan abad ke-21, terutama dalam hal-hal berikut ini.

- Berpikir kritis dan pemecahan masalah
- Kolaborasi dan komunikasi
- Kreativitas dan inovasi
- Kesadaran lingkungan dan tanggung jawab sosial

Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dinyatakan tuntas dalam projek akhir apabila mereka mampu memenuhi minimal 4 dari 8 kriteria yang ditetapkan dalam penulisan laporan projek secara lengkap dan bermakna. Penilaian dapat dilakukan oleh guru secara langsung atau melalui penilaian sejawat dan refleksi diri sebagai pelengkap.

Kriteria Laporan Projek

1. Judul
   - Mencerminkan dua variabel penting: sumber energi alternatif dan alat penerangan
   - Disusun dalam kalimat efektif
2. Rumusan Masalah
   - Dirumuskan dalam bentuk pertanyaan
   - Memuat dua variabel yang dikaji
3. Hipotesis
   - Menyatakan dugaan awal terhadap solusi yang ditawarkan melalui rancangan alat
4. Dasar Teori
   - Menjelaskan konsep-konsep kelistrikan, energi terbarukan, dan rangkaian listrik
   - Memuat minimal satu kutipan dari sumber relevan (buku/artikel/situs edukatif)
5. Metode Pembuatan
   - Memuat daftar alat dan bahan, langkah perakitan, dan cara pengujian alat (lampu tenaga surya)
   - Jelas dan sistematis
6. Hasil dan Pembahasan
   - Menyajikan data waktu pengisian dan lama nyala lampu (dapat dalam bentuk tabel/grafik)
   - Disertai analisis, kendala, dan kemungkinan perbaikan alat
7. Kesimpulan
   - Menjawab rumusan masalah secara ringkas dan tepat
   - Disusun berdasarkan data hasil uji coba
8. Daftar Pustaka
   - Memuat sumber belajar yang digunakan, baik buku maupun sumber daring (minimal 2)

Tabel 5.8 Skala Interval Nilai Projek Akhir Bab 5

Skor	Kriteria Terpenuhi	Interpretasi
95	Memenuhi 8 kriteria	Sangat lengkap dan berkualitas tinggi
90	Memenuhi 6–7 kriteria	Lengkap, sistematis, dan menunjukkan analisis baik
85	Memenuhi 4–5 kriteria	Cukup lengkap dan menunjukkan pemahaman konsep
80	Memenuhi 2–3 kriteria	Perlu penguatan pemahaman dan penyusunan laporan
75	Memenuhi 1–2 kriteria	Perlu bimbingan menyeluruh

Berikut ini hal-hal yang perlu diperhatikan oleh guru dalam penilaian projek.

- Guru dapat menyesuaikan kriteria dan pendekatan penilaian projek sesuai dengan karakteristik dan kemampuan peserta didik.
- Penilaian dapat dipadukan dengan presentasi projek, poster pendukung, atau video dokumentasi singkat.
- Proses pembimbingan selama pengerjaan projek juga dapat dimasukkan ke dalam penilaian, terutama dalam aspek sikap dan kerja sama tim.

2. Uji Kompetensi

Uji Kompetensi disajikan dalam bentuk soal esai terbuka dan reflektif untuk menilai kedalaman pemahaman peserta didik. Soal-soal dirancang berdasarkan konten dari seluruh subbab dan mencakup tiga level berpikir berikut ini.

- Pemahaman konsep dasar (misalnya gaya listrik, rangkaian, elektromagnet, konversi energi)
- Aplikasi dan analisis (misalnya membandingkan rangkaian, menganalisis gejala listrik statis, menjelaskan prinsip kerja generator)
- Evaluasi dan sintesis (misalnya menilai kelebihan/kelemahan energi alternatif, merancang alat, mengaitkan listrik dengan tanggung jawab sosial)

Berikut ini adalah contoh kriteria penilaian soal uji kompetensi bab 5.

1. Pada soal no 1. Jelaskan perbedaan antara listrik statis dan listrik dinamis, serta berikan masing-masing satu contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 5.9 Kriteria Penilaian Soal Nomor 1 Uji Kompetensi Bab 5

Kriteria Penilaian	Skor 2	Skor 1	Skor 0
Menjelaskan perbedaan dua konsep	Jelas dan lengkap	Sebagian tepat	Tidak benar/tidak dijawab
Memberikan dua contoh aplikatif	Relevan dan sesuai	Kurang tepat	Tidak ada contoh

Skor Maksimal: 4

2. (Soal No. 4 di Buku Siswa) Bagaimana prinsip kerja elektromagnet digunakan dalam bel listrik dan motor listrik? Jelaskan konsep dasarnya!

Kriteria	Skor 2	Skor 1	Skor 0
Menjelaskan prinsip elektromagnet	Lengkap dan benar	Sebagian benar	Salah atau tidak dijawab
Mengaitkan dengan aplikasi alat	Dua contoh sesuai	Satu contoh kurang tepat	Tidak mengaitkan

Skor Maksimal: 4

3. (Soal No. 6 di Buku Siswa) Apa kelebihan dan kekurangan energi surya jika dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga batu bara?

Aspek Dinilai	Skor 2	Skor 1	Skor 0
Menyebutkan kelebihan dan kekurangan	Dua aspek sesuai konteks	Hanya satu sisi disebut	Tidak tepat
Analisis dampak lingkungan dan sosial	Dinyatakan dengan logis	Kurang eksplisit	Tidak dijawab

Skor maksimal: 4

Tabel 5.10 Interpretasi Nilai Uji Kompetensi

Skor Akhir (dari total 10 soal)	Interpretasi
85–100	Sangat Baik – Pemahaman mendalam dan reflektif
75– 84	Baik – Pemahaman cukup kuat dan aplikatif
65–74	Cukup – Perlu penguatan di aspek tertentu
< 65	Perlu bimbingan lanjut

Ketuntasan Belajar

Untuk dinyatakan tuntas dalam Bab 5, peserta didik disarankan memenuhi:

- minimal skor 75 pada Uji Kompetensi
- minimal memenuhi 4 dari 8 kriteria laporan projek

Kombinasi dua asesmen ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan konseptual dan praktikal peserta didik. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan guru dalam asesmen sumatif adalah sebagai berikut.

- Soal dapat disesuaikan atau dikembangkan berdasarkan minat dan konteks lokal.
- Uji Kompetensi dapat dilaksanakan secara individu atau sebagai diskusi kelompok kecil.
- Guru dianjurkan menyertakan rubrik penilaian terbuka agar peserta didik memahami aspek yang dinilai.
- Jika diperlukan, guru dapat memberikan kesempatan perbaikan/refleksi ulang (*assessment as learning*).

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A. Listrik

1. Ya, petir termasuk listrik statis. Intinya berasal dari pemisahan muatan di awan; kilat adalah pelepasan muatan (*discharge*) yang sangat cepat.
   a. Urutan sederhana proses terjadinya petir:
      Pemisahan muatan di awan (bagian bawah negatif, tanah terinduksi positif) → medan listrik sangat besar → terbentuk *stepped leader* dari awan → *return stroke* dari tanah ke awan → kilat (cahaya) dan guntur (gelombang bunyi).
   b. Awan bermuatan karena: gesekan/tumbukan partikel es–air/hujan batu+aliran naik-turun (*updraft/downdraft*) yang memisahkan muatan (tribolistrik).
   c. Petir sering terjadi saat hujan lebat karena: terjadi badai/awan kumulonimbus tinggi (konveksi kuat) → pemisahan muatan besar; udara lembap mempermudah konduktivitas jalur pelepasan.

2. Konduktor & Isolator di Sekitar Kita
   a. Contoh bahan konduktor (alasan: elektron bebas pada bahan tersebut): tembaga, aluminium, dan besi/baja.
   b. Contoh bahan isolator (peran: mencegah sengatan/korslet): plastik, karet, dan kaca/kayu kering.
   c. Bahan semikonduktor misalnya silikon/germanium (dioda, LED, transistor pada rangkaian elektronik).

3. Arus Listrik dalam Kehidupan Sehari-hari
   a. Lampu meredup saat banyak alat menyala bersamaan karena arus total membesar → ada jatuh tegangan pada kabel/hambatan internal sumber → tegangan efektif ke lampu turun (ditambah sambungan/pembagian arus yang tidak ideal).
   b. Rangkaian yang aman di rumah adalah paralel karena tiap beban mendapat tegangan sumber penuh dan bila satu beban putus, beban lain tetap menyala.

4. Energi Listrik & Transformasinya
   a. Contoh alat & perubahan energi (minimal 3):
   lampu (listrik → cahaya), setrika/rice cooker (listrik → panas), kipas/motor (listrik → gerak), speaker (listrik → bunyi).
   b. Bagian alat yang berperan (contoh): LED/filamen (cahaya), elemen pemanas (panas), motor/rotor-stator (gerak), kumparan-diafragma (bunyi).
   c. Agar efisien & aman (pilih perangkat sesuai daya, hindari beban lebih), serta mendukung hemat energi dalam keseharian.

   Catatan: Jawaban uraian boleh beragam. Terima frasa berbeda selama konsep inti benar dan penalaran logis.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B. Magnet

1. Magnet alami adalah magnet yang didapat langsung dari alam. Contoh magnet alami antara lain: batu magnet/lodestone (magnetit, Fe_3O_4).

   Magnet buatan adalah magnet batang/U/cincin yang dimagnetisasi atau elektromagnet. Contoh magnet buatan adalah kumparan berarus + inti besi.
2. Contoh benda yang tertarik magnet (feromagnetik) antara lain besi, baja, nikel/kobalt.

   Contoh benda yang tidak dapat ditarik magnet adalah kayu, plastik, kertas, (tembaga/aluminium umumnya lemah → anggap “tidak tertarik” pada level ini).
3. Garis medan keluar dari kutub U dan masuk ke S. Superposisi medan membuat konfigurasi energi minimum saat kutub tidak senama berdekatan (garis menyatu), sedangkan kutub senama akan saling menekan sehingga terjadi tolak-menolak.

4. Medan magnet batang vs tapal kuda
    - Medan magnet batang: garis medan menyebar; rapat di kutub, lemah di tengah. Sedangkan medan magnet tapal kuda: jarak antarkutub dekat → fluks terkonsentrasi pada celah → gaya lebih kuat di area celah.
5. Contoh pemanfaatan elektromagnet antara lain bel listrik/relay/kontaktor, kunci pintu listrik, motor/solenoid, *crane* pengangkat besi rongsok, pengereman magnetik, *speaker*. Intinya: arus pada kumparan menimbulkan medan magnet yang bisa dimanfaatkan.
6. Penyebab dan solusinya:
    - Ujung kawat email belum dikerik → kerik enamel hingga konduktif.
    - Sambungan longgar/polaritas sakelar → rapikan/cek ulang rangkaian.
    - Baterai lemah → ganti/isi ulang.
    - Lilitan kurang/inti salah → tambah lilitan, gunakan inti besi lunak (paku).
    - Hubung singkat/terlalu lama menyala → beri jeda agar tidak panas.
7. Kompas: jarum magnet sejajar dengan medan magnet bumi (tanpa arus eksternal). Sedangkan motor: kawat berarus dalam medan magnet mengalami gaya Lorentz ($\tau \approx B \cdot I \cdot A \cdot \sin\theta$) → rotor berputar.
8. Elektromagnet vs magnet permanen (kelebihan–kekurangan)
    - Elektromagnet: kuat/*on-off* & dapat diatur (lilitan/arus); tapi butuh daya dan bisa panas.
    - Permanen: hemat energi (tanpa catu daya); tapi kuatnya tetap dan bisa demagnetisasi jika salah perlakuan.
9. Prinsip: gaya magnet menarik feromagnetik; nonmagnet lewat. Bagian: alas/seluncur, magnet kuat di bawah/atas jalur, dua wadah (logam & nonlogam), (opsional) penggerak/ban berjalan.

    Cara kerja: benda melintas → partikel logam tertarik ke magnet dan jatuh ke wadah logam; lainnya terus ke wadah nonlogam.

    Catatan penilaian: Terima variasi frasa selama konsep inti tepat dan alasan logis disampaikan.

Ayo Uji Kemampuan Subbab C. Energi Alternatif

1. Energi alternatif/terbarukan adalah sumber energi yang terisi ulang secara alami dan ketersediaannya berkelanjutan pada skala waktu manusia. Contohnya adalah tenaga surya (fotovoltaik), angin (turbin), air (PLTA/PLTMH), panas bumi (geotermal), biomassa/biogas.
2. Karena berasal dari proses alam terus-menerus (radiasi matahari dan dinamika atmosfer) sehingga tidak habis ketika dimanfaatkan, berbeda dengan fosil yang terbatas dan butuh jutaan tahun terbentuk.
3. Bandingkan panel surya vs PLTA (kelebihan–kekurangan).
   a. Panel Surya (PV):
      - Kelebihan: modular, pemasangan mudah, cocok atap rumah, tanpa emisi saat operasi.
      - Kekurangan: intermiten (malam/berawan), butuh baterai/*inverter*, efisiensi dipengaruhi orientasi dan bayangan.

   b. PLTA (hidro):
      - Kelebihan: daya stabil & besar, faktor kapasitas tinggi, biaya operasi rendah.
      - Kekurangan: perlu bendungan/infrastruktur besar, dampak ekologis (sedimen, migrasi ikan), bergantung debit air.
4. Menggantikan pembangkit fosil → menurunkan emisi CO_2 dan polutan; sepanjang siklus hidup, EBT berintensitas emisi lebih rendah → memperlambat akumulasi gas rumah kaca dan meningkatkan kualitas udara.
5. Jawaban akan bervariasi. Terima jawaban bervariasi selama alasan geografis/lingkungan logis. Berikut beberapa contohnya.
   - Surya: wilayah lintang tropis, hari cerah tinggi → PV cocok.
   - Mikrohidro: daerah pegunungan/arus sungai deras.
   - Angin: pesisir/dataran terbuka dengan kecepatan angin memadai.
   - Geotermal/biomassa: wilayah cincin api/hasil pertanian melimpah.
6. Rancang alat penerangan sederhana non-PLN (cara kerja dan bahan).
   - Contoh kunci desain: Panel surya ±6 V–1 W → dioda/*charger module* (mis. TP4056) → baterai (Li-ion 3,7 V atau 2×AA Ni-MH) → LED + sakelar (+ pembatas arus/sekering kecil).
   - Cara kerja: Siang hari panel mengisi baterai (melalui pengendali/dioda), malam hari baterai menyalakan LED.
   - Catatan K3: isolasi kabel baik, polaritas benar, hindari hubung singkat, ventilasi wadah.

   Catatan penilaian: jawaban uraian dapat bervariasi; nilai ketepatan konsep, alasan logis, dan konteks lokal.

Uji Kompetensi

1. Listrik statis vs dinamis + contoh
   - Listrik statis: muatan "diam"/terakumulasi, pelepasan sesaat. Contoh: sisir mengangkat kertas, kilat/petir, balon menempel dinding.
   - Listrik dinamis: aliran muatan terus-menerus pada penghantar. Contoh: arus menyalakan lampu senter, kipas berputar, *charger* HP.
2. Satu rancangan yang memenuhi: dari sumber V, buat cabang-A berisi L1 → L2 → L3 (tiga lampu paralel), dan cabang-B berisi L4—L5 (dua lampu seri); kedua cabang dipasang paralel ke sumber yang sama.

   Catatan konsep: pada cabang seri arus sama, tegangan terbagi; pada cabang paralel tegangan sama, arus terbagi. (Gambar skema di Buku Siswa dapat diikuti; jawaban benar jika topologi sesuai syarat.)
3. Tiga faktor yang memengaruhi gaya listrik (Coulomb):
   - Besar muatan q_1, q_2: gaya sebanding dengan $q_1 \cdot q_2$ (semakin besar muatan → gaya makin besar).
   - Jarak r antara muatan: gaya berbanding terbalik kuadrat jarak (→ $1/r^2$).
   - Medium (permitivitas ε): gaya melemah pada medium ber-ε_r tinggi (misalnya dalam kaca/air dibanding udara hampa).
4. Prinsip elektromagnet pada alat
   a. Bel listrik: arus → kumparan menjadi elektromagnet → menarik pegas/anker → memukul pelat bel (bunyi); rangkaian membuka-tutup cepat sehingga bergetar.
   b. Motor listrik: kawat berarus dalam medan magnet mengalami gaya Lorentz → menghasilkan torsi pada rotor sehingga berputar (komutator menjaga arah torsi).
5. Bedakan medan listrik vs medan magnet
   - Arah gaya:
     - Medan listrik mendorong muatan (q) sepanjang arah berlawanan arah E ($F = qE$).
     - Medan magnet mendorong muatan bergerak/kawat berarus tegak lurus B dan arah arus ($F = q\, v \times B$ / $F = I\, \ell \times B$).
   - Asal medan:
     - E dari muatan (statis/dinamis).
     - B dari muatan bergerak/arus atau magnet permanen.

- Respons terhadap benda:
  - E memengaruhi muatan listrik (konduktor/isolator).
  - B memengaruhi arus/kumparan dan bahan magnetik (feromagnetik ditarik kuat).

6. - Menurunkan emisi gas rumah kaca/polutan saat operasi → memperlambat pemanasan global, udara lebih bersih.
   - Sumber berkelanjutan (matahari/angin berlangsung alamiah) → mengurangi ketergantungan fosil yang terbatas. (Alasan lain dapat diterima: diversifikasi energi, ketahanan energi lokal, biaya operasi rendah jangka panjang.)
7. Kemungkinan penyebab: sambungan terbuka/longgar, LED terbalik polaritas, baterai habis/tegangannya kurang, hubung singkat melewati lampu, sakelar di posisi OFF. Perbaikan: rapikan sambungan, cek polaritas (+/-), ganti/isi baterai, pastikan lampu berada dalam lintasan rangkaian dan sakelar ON.
8. Lampu 12 V, 24 W
   a. Arus: I=P/V=24/12=2 A
   b. Energi selama 3 jam: E = P × t =24 W × (3 × 3600 s)= 259,200 J
9. Listrik dari air (PLTA/PLTMH) – komponen & perubahan energi
   Komponen utama: bendungan/waduk, *penstock* (pipa pesat), turbin, generator, trafo & jaringan.

   Perubahan energi: energi potensial/kinetik air → mekanik (turbin berputar) → listrik (induksi elektromagnetik pada generator).
10. Sumber energi baru terbarukan paling potensial di lingkungan sekitar akan sangat beragam. Guru dapat menilai dari jawaban kontekstual dan alasan yang logis. Berikut beberapa kemungkinan jawabannya.
    - Surya (daerah tropis/cerah): intensitas matahari tinggi, atap rumah tersedia.
    - Mikrohidro (pegunungan/arus sungai stabil): *head*/debit memadai.
    - Angin (pesisir/hamparan terbuka): kecepatan angin rata-rata cukup.
    - Biomassa/biogas (pertanian/peternakan): limbah organik melimpah.
    - Geotermal (cincin api): manifestasi panas bumi dekat.

    Catatan penilaian guru: Terima variasi frasa/diagram pada soal nomor 2 dan jawaban kontekstual pada soal nomor 10 selama konsep inti tepat dan alasan ilmiah jelas.

I. Tindak Lanjut

Setelah proses pembelajaran dan asesmen sumatif selesai, guru perlu melakukan tindak lanjut berdasarkan capaian belajar peserta didik. Tindak lanjut ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap peserta didik memperoleh dukungan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya dan mendapatkan kesempatan untuk mengembangkan potensinya lebih jauh.

Peserta didik yang belum menunjukkan pemahaman yang memadai terhadap konsep-konsep kelistrikan, kemagnetan, dan energi alternatif, atau belum menuntaskan Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP), dapat dibimbing melalui kegiatan-kegiatan berikut ini.

- Kegiatan remedial berbasis aktivitas formatif tambahan yang belum dilakukan, seperti eksperimen sederhana di rumah (misalnya pengamatan lampu LED dengan baterai dan aluminium foil), atau simulasi *online* rangkaian listrik (misalnya menggunakan PhET).
- Pendampingan langsung oleh guru, terutama dalam memahami bagian konsep yang sulit seperti arah arus listrik, induksi elektromagnetik, atau analisis grafik daya listrik.
- Pendekatan *peer teaching* (tutor sebaya), dengan melibatkan teman sekelas yang sudah tuntas untuk membantu menjelaskan kembali materi atau membimbing penyusunan ulang laporan projek.

Guru juga dapat memberikan lembar tugas pemantapan konsep, baik berbentuk *mindmap* ulang, diagram perbandingan, atau refleksi tertulis terhadap projek dan soal-soal yang belum dikuasai.

Peserta didik yang telah menuntaskan seluruh tujuan pembelajaran dan menunjukkan pemahaman mendalam dapat diberikan tantangan pengayaan agar terus tumbuh dan berkembang. Berikut beberapa alternatif kegiatan lanjutan.

- Melakukan kampanye energi terbarukan kepada keluarga, tetangga, atau komunitas sekitar sekolah. Kampanye dapat berupa poster, video pendek, atau presentasi singkat mengenai pentingnya hemat energi dan penggunaan sumber energi alternatif.
- Menyusun artikel ilmiah populer atau laporan mini riset. Peserta didik yang tertarik dapat mengembangkan topik-topik seperti “Efektivitas Lampu Tenaga Surya Buatan Sendiri”, “Rangkaian Penerangan Hemat Energi”,

atau “Alternatif Energi untuk Daerahku”. Guru IPA dapat berkolaborasi dengan guru Bahasa Indonesia untuk membantu dalam aspek penulisan dan penyuntingan.

- Membuat purwarupa lanjutan, misalnya rangkaian listrik dua tingkat (gabungan seri dan paralel), alat pemilah sampah logam berbasis elektromagnet, atau model rumah mini dengan panel surya.
- Mempelajari bagian pengayaan dalam Buku Siswa, terutama bagian *Studi Kasus* dan *Refleksi*, yang memuat kasus nyata serta pertanyaan reflektif untuk memperluas wawasan.

Dengan pendekatan tindak lanjut yang adaptif ini, diharapkan semua peserta didik memperoleh kesempatan belajar yang optimal. Peserta didik yang belum tuntas mendapat dukungan yang dibutuhkan. Sedangkan peserta didik yang telah tuntas terdorong untuk berkembang lebih jauh secara kreatif, reflektif, dan kontributif.

J. Refleksi

Refleksi menjadi bagian penting dalam pembelajaran Bab 5 karena tidak hanya mendorong peserta didik untuk mengevaluasi proses dan hasil belajarnya, tetapi juga membantu guru dalam merefleksikan efektivitas pengajaran dan pemenuhan tujuan pembelajaran.

1. Refleksi Peserta Didik

Peserta didik diarahkan untuk melakukan refleksi pribadi setelah menyelesaikan bab ini. Pertanyaan-pertanyaan dalam bagian Refleksi Akhir Bab pada Buku Siswa dapat digunakan untuk membantu mereka meninjau pengalaman belajar mereka secara holistik.

Contoh pertanyaan reflektif:

- Konsep apa yang paling kamu pahami dan paling menarik dari Bab 5 ini? Mengapa?
- Aktivitas atau percobaan mana yang paling membantu kamu dalam memahami konsep listrik atau magnet?
- Apa hal baru yang kamu pelajari tentang energi alternatif yang sebelumnya belum kamu ketahui?
- Bagian mana dalam bab ini yang paling menantang bagimu? Bagaimana kamu mengatasinya?

- Bagaimana kamu dapat menerapkan pemahaman tentang listrik dan energi dalam kehidupan sehari-hari?
- Apa yang bisa kamu lakukan untuk mendukung penggunaan energi terbarukan di lingkunganmu?
- Apakah kamu tertarik untuk mengembangkan alat atau proyek lain berbasis energi alternatif? Jika ya, apa idenya?

Refleksi peserta didik dapat dituangkan dalam bentuk:

- jurnal refleksi harian/mingguan,
- video atau rekaman suara refleksi,
- poster reflektif (misalnya: "Perjalanan Belajarku di Bab 5"), atau
- catatan reflektif kelompok (pada projek akhir).

Guru dapat menggunakan refleksi ini sebagai bahan asesmen formatif lanjutan dan sebagai dasar penguatan motivasi belajar peserta didik di bab-bab berikutnya.

2. Refleksi Guru

Setelah menyelesaikan pembelajaran Bab 5, guru dapat menggunakan pertanyaan-pertanyaan berikut untuk merefleksikan proses pembelajaran.

a. Apakah strategi dan metode pembelajaran yang saya gunakan telah efektif mendorong pemahaman konsep listrik, magnet, dan energi alternatif secara mendalam?
b. Apakah kegiatan eksperimen dan projek dalam bab ini mampu meningkatkan antusiasme, kolaborasi, dan pemikiran kritis peserta didik?
c. Bagaimana respon peserta didik terhadap aktivitas pembelajaran berbasis inkuiri dan projek? Apakah semua peserta terlibat aktif?
d. Apakah asesmen yang saya lakukan telah mencerminkan proses dan capaian belajar peserta didik secara utuh (kognitif, afektif, psikomotor)?
e. Bagian mana dari pembelajaran yang berjalan baik dan bagian mana yang perlu ditingkatkan untuk pertemuan selanjutnya?
f. Apakah saya telah memberikan ruang yang cukup untuk pembelajaran berdiferensiasi dan pembimbingan personal?

Guru dianjurkan mencatat hasil refleksi ini sebagai masukan perbaikan pembelajaran selanjutnya dan sebagai bagian dari pengembangan praktik mengajar yang berkesadaran dan berkelanjutan.

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama menggunakan Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

Simulasi dan *Website*:

1. Simulasi listrik statis, rangkaian listrik, hukum Ohm, dan medan listrik https://phet.colorado.edu/en/simulations filter?subjects=physics&type= html
2. Penjelasan sederhana tentang energi listrik, terbarukan, dan tidak terbarukan https://www.eia.gov/kids/
3. Sumber belajar tentang energi surya, angin, dan tenaga air untuk peserta didik SMP/SMA https://climatescience.org/advanced-renewable-energy
4. Edukasi energi surya untuk sekolah dengan animasi dan *worksheet* http://solarschools.net/knowledge-bank/energy
5. Simulasi dan Rangkaian Listrik
   Tinkercad Circuits – by Autodesk
   Merancang rangkaian listrik sederhana secara virtual dan interaktif.
   https://www.tinkercad.com/circuits
6. The Physics Classroom – *Electricity & Magnetism Tutorials*
   Penjelasan dan animasi sederhana tentang medan listrik, rangkaian, dan hukum listrik. https://www.physicsclassroom.com/class/circuits

Buku:

1. Cutnell, J. D., & Johnson, K. W., *Essentials of Physics (7th ed.)* (John Wiley & Sons, 2005).
2. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J., *Fundamentals of Physics (10th ed.)* (Hoboken, NJ: Wiley, 2014).
3. Giancoli, D. C., Physics: *Principles with Applications (6th ed.)* (Pearson Prentice Hall, 2005).
4. Abdullah, M., *Fisika Dasar 1 untuk Perguruan Tinggi (Edisi Revisi)* (Bandung: Penerbit ITB, 2007).
5. Young, H. D., & Freedman, R. A., *University Physics with Modern Physics (13th ed.)* (Boston, MA: Addison-Wesley, 2011)
6. Tipler, P. A., & Mosca, G., *Physics for Scientists and Engineers (6th ed.)* (W. H. Freeman, 2008).
7. Energy Education, *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future (2nd ed.)* (Oxford University Press, 2007)
8. Widodo, S. A., *Energi Baru dan Terbarukan* (Jakarta: Bumi Aksara, 2018).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA, 2025

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Edisi Revisi)

Penulis : Budiyanti Dwi Hardanie, Cece Sutia, Victoriani Inabuy, Sri Handayani Lestari, Okky Fajar Tri Maryana

ISBN : 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)

Panduan Khusus

Bab 6

Isu-Isu Lingkungan

A. Pendahuluan

Bab Isu-Isu Lingkungan merupakan bab yang memperkenalkan peserta didik pada masalah lingkungan yang menjadi perhatian masyarakat dunia saat ini. Bab ini berisi pengetahuan tentang kesehatan lingkungan, pemanasan global, krisis energi di dunia, dan ketersediaan pangan. Pendekatan kolaboratif antarbidang IPA sangat terasa dalam bab ini.

Melalui pengetahuan dan berbagai aktivitas yang disajikan dalam bab ini, diharapkan membawa kesadaran pada diri peserta didik untuk turut melakukan aksi nyata menjaga bumi agar tetap layak ditempati untuk generasi-generasi selanjutnya. Rasa peduli pada isu lingkungan akan menjadi motivasi penting bagi peserta didik dalam bertindak.

Isu-isu lingkungan yang dibahas dalam bab ini adalah topik yang membutuhkan banyak sumber informasi selain buku teks. Hal ini dikarenakan isu-isu lingkungan merupakan permasalahan kompleks yang membutuhkan berbagai macam sudut pandang dalam pemecahannya. Oleh karena itu, penulis menyediakan berbagai pilihan untuk mempelajari topik ini. Guru diharapkan dapat mengenali kebutuhan dan kemampuan lingkungan belajar peserta didik, agar dapat memilih aktivitas dan asesmen yang sesuai dan tepat sasaran. Mengenal kebutuhan peserta didik dapat menumbuhkan ketertarikan dan rasa ingin tahu sehingga peserta didik terpicu untuk memahami dan berperan aktif menyelesaikan permasalahan yang ada di sekitarnya. Guru juga diharapkan memiliki ketajaman analisis dalam menemukan permasalahan tentang lingkungan yang ada di sekitar peserta didik, agar pengalaman belajar yang diperoleh dapat lebih kontekstual.

Bab ini juga memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik untuk melakukan berbagai penyelidikan yang mendalam guna memperoleh data-data yang akurat dan terpercaya. Hal ini merupakan bentuk nyata tujuan IPA terpadu yaitu mengembangkan keterampilan inkuiri untuk mengidentifikasi, merumuskan, hingga menyelesaikan masalah. Hal ini diharapkan dapat dipahami peserta didik saat melakukan berbagai aktivitas penyelidikan dimulai dari mengidentifikasi permasalahan, membuat hipotesis, melakukan pengamatan sederhana, mencatat data, dan membuat kesimpulan-kesimpulan berdasarkan analisis data yang telah diperoleh.

Tujuan pembelajaran yang akan dicapai peserta didik setelah mempelajari bab ini adalah peserta didik dapat merencanakan dan melakukan aksi nyata untuk menjaga kehidupan melalui kegiatan melestarikan lingkungan, menjaga kesehatan lingkungan, mengatasi dampak dari perubahan iklim, mengatasi krisis energi, dan meningkatkan ketersediaan pangan.

Di sepanjang bab, peserta didik akan mendapatkan pengalaman belajar yang melatih kemampuan keterampilan proses IPA, yaitu mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil. Di akhir bab, peserta didik akan membuat rancangan dan melakukan aksi nyata yang sejalan dengan bahasan dalam bab ini, didasarkan pada permasalahan yang mereka temui di lingkungan sekitarnya. Penjelasan rinci mengenai projek akhir bab akan dibahas pada bagian asesmen dalam panduan khusus ini.

Indikator pencapaian Tujuan Pembelajaran dalam bab ini yaitu.

1. Mengomunikasikan hasil pengamatan melalui media visual tentang penyakit berbasis lingkungan yang dikumpulkan melalui wawancara dan laporan kunjungan.
2. Melakukan analisis berdasarkan percobaan untuk memahami efek rumah kaca.
3. Melakukan refleksi terhadap penggunaan energi digital dalam kehidupan sehari-hari dan mengevaluasi peluang penghematan energi berbasis kebiasaan pribadi
4. Menciptakan kampanye hemat energi berbasis pengalaman pribadi melalui media sosial atau media visual yang relevan
5. Mendokumentasikan proses penanaman hingga panen dan merancang ajakan publik yang mendorong penanaman mandiri berbasis pengalaman pribadi

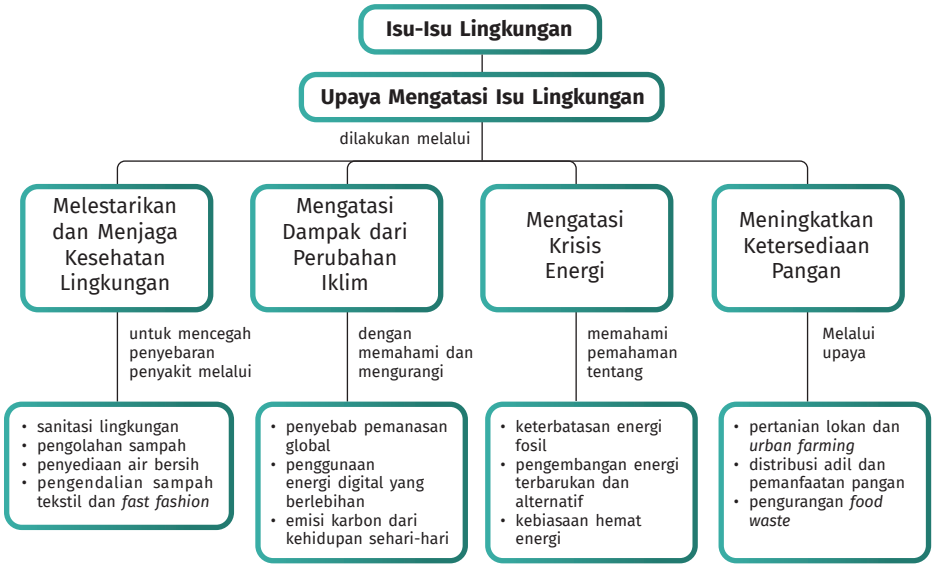
Bab ini bertujuan akhir pada pencapaian beberapa dimensi profil lulusan.

- Penalaran kritis: Peserta didik diajak untuk mampu berpikir logis, analitis, dan reflektif dalam memahami, mengevaluasi, serta memproses informasi untuk menyelesaikan masalah.
- Kreativitas: Melalui rancangan aksi nyata, peserta didik diharapkan mampu berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk menciptakan solusi yang unik dan bermanfaat.

- Komunikasi: Melalui aktivitas refleksi, kampanye, dan mempresentasikan gagasan-gagasannya, akan melatih kemampuan komunikasi intrapribadi dan antarpribadi pada peserta didik. Komunikasi intrapribadi dilatih dalam aktivitas refleksi di sepanjang kegiatan belajar, sedangkan komunikasi antarpribadi dilatih dalam aktivitas menyampaikan ide, gagasan, dan informasi baik lisan maupun tulisan serta berinteraksi secara efektif dalam berbagai situasi.

Pokok materi yang akan dipelajari dalam bab ini adalah kesehatan lingkungan di Indonesia, pemanasan global, krisis energi, dan ketersediaan pangan.

Untuk memudahkan peserta didik memahami alur penyampaian materi, dalam Buku Siswa telah disediakan peta konsep. Berikut ini peta konsep Bab Isu-Isu Lingkungan (Gambar 6.1).


Isu-Isu Lingkungan
Upaya Mengatasi Isu Lingkungan
dilakukan melalui
Melestarikan dan Menjaga Kesehatan Lingkungan
Mengatasi Dampak dari Perubahan Iklim
Mengatasi Krisis Energi
Meningkatkan Ketersediaan Pangan
untuk mencegah penyebaran penyakit melalui
dengan memahami dan mengurangi
memahami pemahaman tentang
Melalui upaya
• sanitasi lingkungan
• pengolahan sampah
• penyediaan air bersih
• pengendalian sampah tekstil dan *fast fashion*
• penyebab pemanasan global
• penggunaan energi digital yang berlebihan
• emisi karbon dari kehidupan sehari-hari
• keterbatasan energi fosil
• pengembangan energi terbarukan dan alternatif
• kebiasaan hemat energi
• pertanian lokan dan *urban farming*
• distribusi adil dan pemanfaatan pangan
• pengurangan *food waste*

Gambar 6.1 Peta Konsep Bab Isu-Isu Lingkungan

Setiap subbab dalam bab ini berkaitan satu dengan lainnya (Gambar 6.1). Peserta didik akan diajak memahami bahwa menjaga lingkungan bukan sekadar membuang sampah pada tempatnya, tapi juga tentang bagaimana energi digunakan, makanan diproduksi dan dikonsumsi, serta bagaimana semua itu saling memengaruhi satu sama lain. Mereka akan menelusuri keterkaitan antara lingkungan yang bersih, perubahan iklim, krisis energi,

dan ketersediaan pangan. Melalui rangkaian aktivitas dan refleksi, peserta didik juga diharapkan dapat menemukan hubungan sebab-akibat dari tiap topik, sekaligus merancang langkah nyata yang dapat dilakukan mulai dari rumah dan sekolah.

Alokasi waktu yang diusulkan untuk mempelajari bab ini adalah sekitar 20 JP. Guru diharapkan dapat mengatur waktu secara efisien sehingga proses pembelajaran berjalan baik agar tujuan pembelajaran yang dapat dicapai.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Bab ini bersifat interdisipliner, tidak hanya antarbidang dalam rumpun IPA, tetapi juga menyentuh bidang-bidang dalam rumpun IPS dan literasi global. Pengetahuan umum khususnya dalam konteks lingkungan dan permasalahan dunia seperti SGDs *(Sustainable Development Goals*) akan sangat membantu peserta didik memahami isu-isu lingkungan yang disajikan dalam bab. Peserta didik diharapkan mendapatkan pengalaman belajar yang kontekstual dimulai dari permasalahan di lingkungan terdekat hingga permasalahan global.

Agar pembelajaran dalam bab ini dapat berjalan dengan optimal, peserta didik sebaiknya sudah memiliki kemampuan-kemampuan berikut.

1. Mengetahui sifat-sifat zat terlarut dan pelarut.
2. Mengenal siklus hidup organisme dan hubungannya dengan lingkungan serta proses fotosintesis.
3. Memahami pentingnya keanekaragaman hayati dan rantai makanan dalam menjaga keseimbangan lingkungan.
4. Mengidentifikasi penyakit-penyakit yang berhubungan dengan sistem saluran pernapasan dan pencernaan.
5. Mengenal jenis dan sifat energi serta mengidentifikasi sumber-sumber energi termasuk energi alternatif.
6. Mengetahui kaitan antara konsep suhu, kalor, dan pemanasan global.
7. Mengenal zat-zat aditif dalam makanan.
8. Menjelaskan dampak dari kegiatan konsumsi pada produksi sampah pangan dan perannya dalam krisis distribusi.
9. Mengenali hubungan antara gaya hidup konsumtif dengan limbah dan degradasi lingkungan.

C. Kerangka Pembelajaran

1. Praktik Pedagogis

Model pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry based learning*) dengan asesmen sumatif berupa laporan tertulis. Adapun beberapa strategi yang dapat digunakan adalah pembelajaran kontekstual (*contextual learning*), pembelajaran kolaboratif (*collaborative learning*), dan pemecahan masalah (*problem solving*). Guru dapat menyesuaikan dengan karakteristik satuan pendidikan, kebutuhan, dan kondisi peserta didik.

2. Kemitraan Pembelajaran

Guru dapat menjalin komunikasi erat bersama orang tua, terutama karena beberapa aktivitas perlu dilakukan di rumah. Informasi mengenai tujuan dan penilaian aktivitas belajar perlu disampaikan di awal agar orang tua dapat membantu memberikan dukungan yang optimal bagi peserta didik. Kemitraan di luar sekolah dan rumah misalnya dengan menjalin kerja sama dengan puskesmas terdekat, pihak pengelola sampah di tingkat RW atau kecamatan. Perlu diingat bahwa kemitraan pembelajaran ini dapat dilakukan sesederhana mungkin, sesuai kemampuan dan kondisi satuan pendidikan. Pelibatan berbagai pihak dalam proses pembelajaran akan memperkaya pengalaman belajar peserta didik.

3. Lingkungan Pembelajaran

Selain ruang kelas, guru dapat melakukan kegiatan belajar di puskesmas setempat atau menggunakan bentuk ruang visual, misalnya menggunakan ruang rapat virtual untuk bertemu narasumber yang terhalang tempat dan waktu.

4. Pemanfaatan Digital

Dalam membuat desain infografik yang menarik, peserta didik dapat memanfaatkan aplikasi-aplikasi desain sesuai kebutuhan. Guru perlu memastikan keamanan peserta didik saat akan menggunakan fasilitas internet.

D. Apersepsi

Untuk memulai ini, Gambar 6.2 berikut adalah bentuk apersepsi yang terdapat dalam Buku Siswa.

Siap-Siap Belajar

Isu-isu lingkungan yang terjadi saat ini tampak beragam, mulai dari sampah di sekitar kita, suhu udara yang semakin panas, pemadaman listrik bergilir, hingga harga bahan makanan yang naik. Namun, tahukah kamu? Semua itu saling berkaitan dan berasal dari satu akar yang sama: cara manusia memperlakukan bumi.

Perhatikan infografik pada Gambar 6.1 berikut.

Ekonografik
katadata
SEDOTAN PLASTIK MENGANCAM BUMI
Pemakaian sedotan plastik di Indonesia paling tinggi di dunia, yakni puluhan juta per hari. Semua itu akan berakhir jadi sampah yang merusak lingkungan dan mengancam kelangsungan Bumi.
Sampah Sedotan Plastik di Indonesia
93,2 Juta unit
Sedotan yang dipakai di Indonesia.
117.449 Km
Panjang barisan sampah sedotan selama sepekan, setara tiga keliling Bumi.
16.784 Km
Jika sedotan dibariskan setara dengan jarak Jakarta-Kota Meksiko
Sampah Plastik
1,29 Juta ton
Sampah plastik di Indonesia per tahun.
4 Sungai
di Indonesia masuk 20 paling tercemar di dunia karena plastik.
86 %
sampah plastik di dunia berasal dari Asia, termasuk Indonesia.
SUMBER: DIVERS CLEAN ACTION, NATURE RESEARCH JOURNAL, QUARTZ, ECOWATCH | NASKAH: WIDYA NANDINI | DESAIN: PRETTY ZULKARNAIN
KATADATAcoid
KATADATA Indonesia
katadatacoid
KATADATAcoid
www.katadata.co.id

Gambar 6.1 Pemakaian Sedotan Plastik di Indonesia
Sumber: Nandini/Katadata.co.id (2018)

Kalau kamu perhatikan angka-angka itu, mungkin terbersit di pikiranmu, "Ah, *ngga* mungkin! Banyak sekali! Terlalu dibesar-besarkan *nih*, datanya!"

Gambar 6.2 Tangkapan Layar Bagian Apersepsi Bab 6 pada Buku Siswa

Apersepsi dalam Buku Siswa dimulai dengan analisis sederhana berdasarkan poster mengenai jumlah sampah sedotan plastik di Indonesia. Apersepsi pengamatan terhadap infografik ini langsung dilanjutkan dengan Aktivitas 6.1 Ayo Analisis. Peserta didik diajak untuk melihat keadaan di kantin sekolah, melakukan pengamatan dan menghitung produksi sampah yang dihasilkan kantin dalam kurun waktu tertentu. Dari kedua aktivitas ini,

peserta didik diajak untuk bernalar kritis membuat dugaan dengan mengaitkan data yang ditemukan dengan informasi yang diperoleh dari poster. Lebih jauh, guru dapat mengajak peserta didik berefleksi mengenai aktivitas sehari-hari lainnya yang mungkin dapat menghasilkan sampah, yang sebetulnya dapat dihindari atau dikurangi.

Guru dapat memodifikasi aktivitas, misalnya mengombinasikan pengamatan langsung dengan wawancara kepada penjual dan pembeli di kantin sekolah. Pengamatan langsung tentu saja lebih disarankan, agar hasilnya akurat. Selain aktivitas yang terdapat dalam Buku Siswa, guru juga dapat melakukan aktivitas-aktivitas berikut.

1. Guru menampilkan beberapa artikel berita dari koran mengenai isu-isu lingkungan yang terjadi di seluruh Indonesia. Peserta didik mengamati berita dan menuliskan 3 fakta yang ditemukan, kemudian berbagi hasil pengamatannya dengan teman sekelas. Aktivitas dapat dilakukan secara berkelompok maupun individu.
2. Guru mengajak peserta didik menonton film-film dokumenter pendek mengenai isu lingkungan yang terjadi di seluruh dunia. Peserta didik mencari kesamaan dan perbedaan kondisi dengan di sekitarnya.
3. Peserta didik diminta menuliskan sampah-sampah yang dihasilkannya dari aktivitas sehari-hari selama 3 hari sebelumnya. Setelah itu, peserta didik membuat dugaan dengan asumsi melakukan aktivitas yang sama setiap hari selama 1 tahun, dan menghitung jumlah sampah yang ia hasilkan. Peserta didik diajak berefleksi mengenai kebiasaan-kebiasaan apa yang memicunya menghasilkan sampah lebih banyak.

Aktivitas apersepsi di atas hanyalah beberapa alternatif. Guru dapat dan sebaiknya menyusun sendiri aktivitas apersepsi yang paling tepat untuk kondisi dan kebutuhan peserta didik di kelas.

E. Formatif Awal

Aktivitas formatif awal pada Buku Siswa tampak seperti Gambar 6.3 berikut.

Sebelum memulai pembelajaran, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut bersama kelompokmu.

1. Bagaimana sistem saluran pencernaan dan pernapasan bekerja?
2. Bagaimana hubungan kebersihan lingkungan rumah dengan sistem pernapasan dan pencernaan manusia?
3. Mengapa suhu di sekitar kita kadang terasa panas, kadang terasa sejuk? Apa yang memengaruhi perubahan suhu tersebut?
4. Apa kaitan antara kegiatan ekonomi dan produksi sampah?

Gambar 6.3 Tangkapan Layar Asesmen Sebelum Pembelajaran Bab 6 pada Buku Siswa

Aktivitas formatif awal dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya:

- Guru membuat kartu pertanyaan terkait konsep prasyarat, peserta didik mengambil kartu bergantian dan menjawabnya. Guru dapat membahas di dalam kelas dan memberikan penguatan pada materi yang diperlukan.
- Guru juga dapat melakukan formatif awal nonkognitif untuk mengukur kesiapan peserta didik dalam belajar, misalnya dengan mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan belajar peserta didik (berkelompok atau bekerja secara mandiri, mengulang-ulang materi dengan membaca atau berdiskusi bersama teman, dll).

Saat menyusun formatif awal kognitif, sebaiknya guru memberikan contoh isu-isu lingkungan yang relevan dan dekat dengan keseharian peserta didik. Hal ini diharapkan dapat membangkitkan rasa peduli dalam diri peserta didik untuk melakukan inisiatif berdasarkan permasalahan yang ditemui. Hal penting yang perlu dilakukan guru sepanjang proses penilaian ini adalah mendokumentasikannya, karena hasil penilaian sebelum pembelajaran sangat dibutuhkan guru dalam merancang strategi pembelajaran yang tepat selanjutnya. Berikut ini contoh hal-hal yang perlu dicatat guru.

- Bagaimana keadaan peserta didik saat melakukan penilaian sebelum pembelajaran? Keadaan peserta didik memengaruhi hasil kerjanya, peserta didik yang sedang dalam kondisi tidak kondusif kemungkinan akan memberikan hasil kerja yang tidak optimal dan tidak menggambarkan kemampuannya yang sesungguhnya.

- Apa kata-kata kunci yang menunjukkan pemahaman atau kesalahan pemahaman (miskonsepsi) pada peserta didik? Tingkat pemahaman peserta didik dapat digunakan guru dalam merancang langkah pembelajaran serta tingkat kesulitan materi yang akan dipelajari. Adapun informasi mengenai miskonsepsi yang terjadi dapat digunakan guru untuk memberikan penguatan sebelum melangkah ke konsep yang lebih rumit.

F. Panduan Pembelajaran Buku Siswa

1. Pengalaman Belajar

Subbab A. Melestarikan dan Menjaga Kesehatan Lingkungan

Tabel 6.1 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab A

Kode & Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 6.2 Ayo Komunikasikan	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
	Memahami	Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
	Memahami	Mengaitkan pembelajaran dengan pembentukan karakter peserta didi
Aktivitas 6.3 Ayo Selidiki	Mengaplikasi	Menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya
	Merefleksi	Menerapkan strategi berpikir
Aktivitas 6.4 Ayo Evaluasi	Mengaplikasi	Menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya
	Merefleksi	Menerapkan strategi berpikir
	Merefleksi	Memiliki kemampuan metakognisi, yaitu kemampuan untuk meregulasi diri dalam pembelajaran

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab A.

Aktivitas 6.2 Ayo Komunikasikan

Aktivitas ini merupakan formatif utama dalam subbab ini. Langkah-langkah melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

- Guru membagi peserta didik dalam kelompok. Pembagian kelompok dapat berdasarkan tempat tinggal yang tidak terlalu berjauhan.

- Guru menjelaskan kepada peserta didik mengenai Aktivitas 6.2 dari Buku Siswa. Peserta didik dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan wawancara sendiri.
- Sebelum membuat laporan hasil wawancara, guru dapat menjelaskan kepada peserta didik mengenai kriteria penilaian laporan dan poster infografik. Peserta didik dapat mengusulkan kriteria atau aspek yang menurut mereka penting atau mengusulkan deskriptor nilai/level minimum dari kriteria tersebut.
- Guru mengingatkan peserta didik agar membuat poster infografik yang mudah dipahami dan informatif agar bermanfaat bagi masyarakat yang melihatnya.

Aktivitas 6.3 Ayo Selidiki

Aktivitas ini merupakan kegiatan formatif yang mendorong peserta didik melakukan pengamatan langsung terhadap sumber air di rumah mereka. Tujuannya adalah agar peserta didik memahami pentingnya akses terhadap air minum yang layak dan bagaimana kondisi rumah masing-masing berkontribusi terhadap kesehatan lingkungan.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru menjelaskan tujuan dari aktivitas ini, serta pentingnya air bersih bagi kesehatan keluarga dan masyarakat. Aktivitas ini dapat dikaitkan dengan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS).
- Peserta didik melakukan pengamatan secara individu di rumah masing-masing. Guru dapat memberi contoh cara mencatat hasil pengamatan (misalnya dalam bentuk tabel) dan bagaimana menilai kelayakan air secara sederhana berdasarkan ciri fisik.
- Guru dapat memberi panduan atau pertanyaan tambahan agar peserta didik merefleksikan apakah kondisi sumber air mereka termasuk aman atau berisiko.
- Setelah pengamatan, guru memfasilitasi diskusi kelas untuk membandingkan kondisi antarrumah, mencari pola, dan mendiskusikan langkah-langkah yang dapat dilakukan jika sumber air tidak layak.
- Jika memungkinkan, guru dapat mengundang narasumber dari puskesmas atau PDAM setempat untuk memberi wawasan tambahan mengenai kualitas air dan pengelolaannya.

Aktivitas 6.4 Ayo Evaluasi

Aktivitas ini bertujuan menyadarkan peserta didik terhadap isu *fast fashion* dan dampaknya terhadap lingkungan. Aktivitas ini membantu peserta didik merefleksikan kebiasaan konsumsi pribadi dan mendorong perubahan gaya hidup ke arah yang lebih berkelanjutan.

Langkah-langkah pelaksanaan:

- Guru menjelaskan kepada peserta didik tentang dampak industri tekstil terhadap lingkungan, termasuk fakta-fakta dari bahan bacaan. Bisa dimulai dengan pertanyaan pemantik seperti "Berapa banyak baju di lemari yang belum pernah kamu pakai dalam setahun terakhir?"
- Peserta didik melakukan pengamatan jumlah dan kondisi pakaian di rumah. Guru menekankan bahwa tidak ada jawaban benar atau salah, tujuan utama adalah kesadaran diri dan refleksi.
- Guru meminta peserta didik menuliskan hasil observasi dan menjawab pertanyaan refleksi di Buku Siswa. Guru bisa memberikan alternatif ide seperti membuat peta pikiran, daftar tindakan (*declutter checklist*), atau poster kampanye.
- Dalam diskusi kelas, guru memfasilitasi pertukaran ide tentang bagaimana menerapkan *sustainable fashion* secara sederhana. Misalnya: saling tukar pakaian, donasi, menjahit ulang, atau mendaur ulang pakaian menjadi barang baru.
- Guru dapat mengaitkan aktivitas ini dengan nilai-nilai tanggung jawab terhadap bumi dan mengingatkan bahwa menjaga lingkungan adalah bagian dari ibadah.

Subbab B. Mengatasi Dampak Perubahan Iklim

Tabel 6.2 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab B

Kode & Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 6.5 Ayo Selidiki	Memahami	Menghubungkan dengan konteks nyata dan/ atau kehidupan sehari-hari
	Mengaplikasi	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain

Kode & Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 6.6 Ayo Refleksi	Mengaplikasi	Berpikir kritis dan mencari solusi inovatif berdasarkan pengetahuan yang ada
	Merefleksi	Menerapkan strategi berpikir

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab B.

Aktivitas 6.5 Ayo Selidiki

Aktivitas ini merupakan formatif utama dalam subbab ini. Langkah-langkah melakukan aktivitas ini adalah sebagai berikut.

- Peserta didik melakukan percobaan sederhana menggunakan stoples dan termometer, sambil bermain peran sebagai ilmuwan kecil. Kegiatan ini membuat mereka aktif, tertarik, dan senang saat melihat hasil nyata dari eksperimen.
- Peserta didik mengukur dan mencatat suhu secara berkala, kemudian membuat grafik dari data yang dikumpulkan. Langkah ini mengasah keterampilan literasi data dan membiasakan berpikir berbasis bukti, sehingga mereka dapat mengaitkan hasil pengamatan dengan pemanasan global.
- Peserta didik diminta mengaitkan percobaan stoples ini dengan kenyataan perubahan iklim global. Hal ini membantu mereka memahami bahwa belajar sains tidak terpisah dari kehidupan, melainkan bisa digunakan untuk memahami dan memperbaiki dunia sekitar.

Aktivitas 6.6 Ayo Refleksi

Kegiatan ini bertujuan memberi gambaran seberapa besar dampak aktivitas berselancar di dunia maya yang dilakukan terhadap pemanasan global. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- Peserta didik mengisi jurnal penggunaan internet dan alat listrik selama 3–5 hari berdasarkan kebiasaan nyata mereka. Dengan memilih sendiri cara pencatatan (tabel, aplikasi gawai, *spreadsheet*), aktivitas ini terasa personal dan fleksibel sehingga membuat proses belajar lebih menyenangkan.

- Peserta didik diajak membedakan aktivitas mana yang benar-benar mereka butuhkan (belajar, komunikasi) dan mana yang hanya keinginan (hiburan, media sosial). Ini mendorong kesadaran terhadap pola konsumsi energi digital mereka.
- Dengan menghitung waktu dan membandingkan antara kebutuhan dan keinginan, peserta didik belajar menilai dampak pilihan sehari-hari terhadap lingkungan. Mereka juga menyusun perkiraan kontribusi emisi karbon dari aktivitas tersebut.

Subbab C. Mengatasi Krisis Energi

Tabel 6.3 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab C

Kode & Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 6.7 Ayo Komunikasikan	Memahami	Menstimulasi proses berpikir
	Memahami	Mengaitkan pembelajaran dengan pembentukan karakter peserta didik
	Mengaplikasi	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain
	Merefleksi	Refleksi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab C.

Aktivitas 6.7 Ayo Komunikasikan

Fokus aktivitas ini adalah agar peserta didik dapat melakukan suatu perubahan kecil namun dapat menginspirasi orang lain. Langkah-langkah penting dalam melakukan aktivitas di bagian ini adalah sebagai berikut.

- Peserta didik diajak mengamati dan memilih kegiatan harian yang mendukung gerakan hemat energi dan *zero waste*. Hal ini diharapkan dapat membangun kesadaran bahwa tindakan sehari-hari yang tampak kecil pun bisa berdampak besar bagi lingkungan.
- Dengan membuat daftar cek aktivitas, peserta didik belajar merancang kebiasaan baik dan membangun kedisiplinan secara mandiri. Proses ini memberi mereka rasa kepemilikan atas perubahan positif yang mereka upayakan.

- Peserta didik mengomunikasikan aksi mereka dengan membuat konten kreatif (foto dan *caption* ajakan). Ini memberi ruang ekspresi diri yang menyenangkan sekaligus bermakna karena mendorong perubahan sosial.

Subbab D. Meningkatkan Ketersediaan Pangan

Tabel 6.4 Pengalaman Belajar di Setiap Aktivitas Subbab D

Kode & Judul Aktivitas	Pengalaman Belajar	Karakteristik
Aktivitas 6.8 Ayo Komunikasikan	Mengaplikasi	Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain
	Mengaplikasi	Mengembangkan pemahaman dengan eksplorasi lebih lanjut

Berikut adalah penjelasan untuk setiap aktivitas dalam Subbab D.

Aktivitas 6.8 Ayo Komunikasikan

Berikut adalah langkah-langkah penting dalam melaksanakan Aktivitas 6.8.

- Proses menanam hingga panen mengajarkan kesabaran, tanggung jawab, dan pemahaman akan pentingnya siklus kehidupan. Peserta didik terlibat aktif dalam proses alami dan merasakan secara nyata dampak dari perawatan yang mereka lakukan.
- Dengan memotret tahapan penanaman, peserta didik merekam perjalanan mereka secara visual. Ini menjadi refleksi bermakna sekaligus aktivitas yang menyenangkan karena mereka bisa melihat hasil kerja keras mereka sendiri dari waktu ke waktu.
- Dengan mengomunikasikan aksi ini, peserta didik belajar menjadi bagian dari komunitas yang peduli terhadap lingkungan dan ketahanan pangan lokal. Mereka tidak hanya belajar untuk diri sendiri, tetapi juga untuk berkontribusi pada lingkungan yang lebih luas.

2. Pembelajaran Berdiferensiasi

Berikut adalah beberapa alternatif diferensiasi pembelajaran pada bab ini.

- Diferensiasi konten dapat dilakukan jika berdasarkan formatif awal ditemukan hal-hal yang memerlukan modifikasi konten. Misalnya, jika formatif awal menunjukkan peserta didik sudah dapat menganalisis hubungan antara penyakit pada sistem pencernaan dan sistem pernapasan

dengan kondisi kebersihan di lingkungan sekitar, guru dapat memberikan sedikit penguatan pada subbab A lalu langsung dilanjutkan pada subbab berikutnya.

- Pada Aktivitas 6.2, peserta didik diarahkan untuk membuat sendiri pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dari pertanyaan panduan. Selain itu, peserta didik juga diajak untuk mendiskusikan rubrik yang digunakan untuk mengukur pemahaman mereka terhadap aktivitas ini. Kesempatan untuk memilih dan mengembangkan pertanyaan sendiri diharapkan dapat memberi pengalaman belajar yang beragam dan dapat memfasilitasi keragaman cara belajar peserta didik.
- Pada Aktivitas 6.3, peserta didik diberi pilihan pendekatan observasi, misalnya mengamati fisik air saja, atau ditambah wawancara keluarga tentang sumber air dan sejarah penggunaannya. Diferensiasi proses misalnya melalui pilihan pencatatan hasil observasi oleh peserta didik, apakah akan dituangkan dalam bentuk tabel, narasi deskriptif, atau infografik sederhana.
- Adapun untuk diferensiasi produk, peserta didik dapat menyajikan hasil pengamatan melalui laporan tertulis, video pendek, atau presentasi reflektif bergaya *science vlog*.
- Diferensiasi produk juga dapat dilakukan pada beberapa aktivitas yang membutuhkan penggunaan media sosial. Jika peserta didik tidak memiliki media sosial atau alat perekam kegiatan, guru dapat mengarahkan untuk memanfaatkan media lain dalam menunjukkan hasil belajarnya. Misalnya dengan ilustrasi lalu dibuat poster dan dipajang di mading kelas/sekolah.
- Beberapa aktivitas individu juga dapat dimodifikasi menjadi aktivitas berkelompok, jika dirasa cukup menyulitkan jika harus dikerjakan sendiri-sendiri. Guru perlu memastikan ada pembagian tugas yang jelas dalam kelompok, agar setiap peserta didik berperan dan terlibat aktif.
- Jika guru menilai peserta didik memiliki keterbatasan pemahaman konsep air bersih, diferensiasi dapat dilakukan dengan menyediakan video penjelasan atau demonstrasi sederhana di kelas.
- Pada Aktivitas 6.4, peserta didik dapat memilih fokus pengamatan isi lemari: jumlah pakaian, dampak lingkungan, atau sisi emosional/psikologis saat menyimpan pakaian. Pada diferensiasi produk, peserta didik dapat mengerjakan dalam bentuk laporan, tabel klasifikasi pakaian, atau refleksi personal melalui tulisan naratif atau video. Jika guru menilai kondisi peserta didik terlalu beragam dalam sisi ekonomi, guru dapat memberi pilihan aman untuk tidak menyebut jumlah pakaian secara eksplisit.

3. Miskonsepsi/Materi Sensitif

Pada bab ini sedikit kemungkinan terjadi miskonsepsi. Materi sensitif yang paling mungkin terjadi adalah bahwa kebersihan lingkungan berkaitan dengan banyak faktor, di antaranya tingkat pendidikan masyarakat, kemampuan ekonomi masyarakat, dan sebagainya. Ini dapat menjadi sensitif, tapi juga bisa menjadi potensi pengalaman belajar yang lebih kontekstual. Diperlukan kemampuan analisis yang sangat baik dari guru agar dapat mengaitkan materi ini dengan kondisi-kondisi di masyarakat sekitar tersebut.

Pada Aktivitas 6.3, dapat dimungkinkan bahwa perbedaan akses air bersih antarrumah memunculkan rasa malu atau tidak nyaman. Guru perlu menekankan bahwa setiap rumah memiliki kondisi unik, dan tujuan pembelajaran adalah meningkatkan kesadaran, bukan membanding-bandingkan.

Pada Aktivitas 6.4, ada kemungkinan peserta didik memiliki rasa malu saat kondisi sangat berbeda (jumlah pakaian yang dimiliki sangat sedikit, tidak punya pakaian "layak pakai", atau tidak dapat mengganti pakaian secara rutin) yang umumnya disebabkan karena kondisi ekonomi keluarga. Guru perlu menekankan prinsip keberlanjutan dan kesadaran konsumsi yang menjadi sasaran dari aktivitas ini, bukan kuantitas atau status sosial. Diskusi ditekankan pada pilihan bijak dan bertanggung jawab, bukan jumlah pakaian. Jika dirasa sangat tidak memungkinkan, guru dapat melewati aktivitas ini dan melanjutkan ke subbab selanjutnya.

Guru perlu mengenal karakteristik peserta didiknya dengan baik, agar materi yang disampaikan relevan dan tidak salah arah. Misalnya, guru mengamati bahwa peserta didik sebagian besar berasal dari keluarga yang kesulitan mendapatkan makanan bergizi, maka pemahaman mengenai kebersyukuran dan semangat berbagi dapat lebih dikuatkan dibanding pembahasan mengenai makanan sisa (*food waste*) yang mungkin saja tidak terjadi di lingkungan rumah mereka. Selanjutnya, Aktivitas 6.6 dapat dilewati jika peserta didik sebagian besar tidak memiliki gawai dan tidak banyak berinteraksi dengan alat-alat listrik lainnya.

4. Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3)

Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati selama perjalanan ke dan dari puskesmas. Guru juga perlu mengingatkan peserta didik pada protokol kesehatan, seperti menjaga jarak, menggunakan masker, dan membersihkan tangan selama berada di lingkungan puskesmas.

Peserta didik diingatkan untuk berhati-hati saat melakukan pengukuran jarak sumber air dari *septic tank*, menghindari menyentuh langsung air yang kotor tanpa pelindung, dan meminta izin kepada orang tua saat akan meninggalkan rumah untuk keperluan pengamatan.

Dalam aktivitas bermedia sosial, guru juga perlu mengingatkan peserta didik mengenai etika di dunia maya. Guru perlu mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati dalam memilih foto dan membagikan informasi sensitif lainnya.

5. Asesmen Formatif

Berikut adalah contoh instrumen penilaian yang dapat digunakan. Guru sangat diharapkan untuk menyusun rubrik penilaian sendiri, agar sesuai dengan kondisi peserta didiknya.

Aktivitas 6.2 merupakan asesmen formatif utama untuk melihat pemahaman peserta didik terhadap materi melestarikan dan menjaga kesehatan lingkungan. Adapun Aktivitas 6.3 dan 6.4 adalah asesmen formatif tambahan jika dirasa relevan dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik satuan pendidikan. Guru dapat mengajak peserta didik membuat kriteria penilaian terhadap pemahaman mereka dalam Subbab A.

Tabel 6.5 Tabel Penilaian Aktivitas 6.2 dengan Rubrik

Aspek Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)	Keterangan
Akurasi Informasi	Data dari wawancara lengkap, valid, dan disajikan secara runtut	Data cukup lengkap dan runtut	Data kurang lengkap atau tidak runtut	Informasi tidak akurat/tidak sesuai	
Kreativitas & Tampilan Poster	Poster menarik, visual mendukung isi dan sesuai target audiens	Poster cukup menarik dan komunikatif	Poster kurang menarik atau visual kurang jelas	Poster tidak jelas atau membingungkan	Dapat dinilai oleh guru mata pelajaran Seni Rupa, dan/ atau *peer assessment* oleh peserta didik lain

Aspek Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)	Keterangan
Keterkaitan Isi & Tujuan	Informasi terhubung erat dengan tema penyakit lingkungan	Ada keterkaitan, meski belum utuh	Masih umum dan tidak fokus pada isu	Tidak ada kaitan dengan tema	

Tabel 6.6 Tabel Penilaian Aktivitas 6.3 dengan Rubrik

Aspek Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Bimbingan)
Pengamatan Data	Data observasi detail dan sesuai panduan	Data cukup lengkap	Ada kekurangan pengamatan	Data tidak lengkap/tidak sesuai
Ketepatan Analisis	Kesimpulan logis, berdasarkan data, mempertimbangkan semua aspek	Kesimpulan cukup logis	Kesimpulan belum berdasarkan data	Kesimpulan tidak relevan
Argumentasi Kelayakan	Alasan mendukung kesimpulan jelas dan meyakinkan	Alasan cukup mendukung	Alasan masih lemah	Tidak ada argumentasi

Tabel 6.7 Tabel Penilaian Aktivitas 6.4 dengan Deskripsi Kriteria

Level Capaian	Deskripsi
Sadar dan Reflektif	Peserta didik menghubungkan konsumsi pribadi dengan dampak lingkungan dan menunjukkan niat mengubah kebiasaan.
Sadar Dasar	Peserta didik menyadari jumlah pakaian dan menyebut dampaknya secara umum.
Deskriptif	Peserta didik hanya mencatat data pakaian tanpa refleksi lingkungan.
Tidak Reflektif	Tidak ada keterkaitan atau kesadaran yang dituliskan.

Pertanyaan Reflektif untuk Peserta Didik:

- Apa 3 fakta paling mengejutkan dari hasil pencatatanmu?
- Apa kaitannya dengan kondisi lingkungan dan industri pakaian?
- Apa yang ingin kamu ubah dalam perilaku konsumtifmu?

Aktivitas 6.5 merupakan asesmen formatif utama untuk melihat pemahaman peserta didik terhadap materi mengatasi dampak dari perubahan iklim. Adapun Aktivitas 6.6 dapat menjadi formatif utama jika sebagian besar peserta didik memiliki gawai atau rutin berinteraksi dengan gawai. Guru dapat mengajak peserta didik membuat kriteria penilaian terhadap pemahaman mereka dalam Subbab B.

Tabel 6.8 Tabel Penilaian Aktivitas 6.5 dengan Rubrik Analitis

	Ketepatan Langkah Eksperimen	Pencatatan dan Grafik Suhu	Argumentasi dan Pemahaman Konsep
Skor 4 (Mahir)	Langkah dilakukan tepat dan rapi, ada inisiatif tambahan.	Grafik sangat rapi, ada analisis tambahan.	Jawaban tajam, mengaitkan dengan situasi nyata.
Skor 3 (Tuntas)	Semua langkah dilakukan dengan tepat.	Grafik jelas dan sesuai data.	Jawaban sesuai dan mengandung pemahaman.
Skor 2 (Perlu Perbaikan)	Sebagian langkah tidak dilakukan dengan benar.	Grafik tidak lengkap atau tidak rapi.	Jawaban kurang tepat dan belum mendalam.
Skor 1 (Belum Tuntas)	Tidak sesuai prosedur	Tidak membuat grafik	Tidak mampu menjawab pertanyaan

Tabel 6.9 Tabel Penilaian Aktivitas 6.6 dengan Skala Interval Nilai

Indikator Refleksi dan Aksi Digital	Skor
Mencatat aktivitas secara konsisten dan lengkap	0–3
Mampu membedakan antara kebutuhan dan keinginan dengan jelas	0–3
Mampu menghitung waktu dan membuat estimasi kontribusi energi digital	0–3
Menyusun refleksi tentang pengurangan jejak karbon digital	0–3
Menyusun strategi hidup lebih hemat energi digital	0–3

Catatan: Skor akhir ditentukan dengan menjumlahkan poin dari setiap indikator.

Interpretasi Skor:

- 0–5: Belum mencerminkan kesadaran digital – butuh bimbingan lanjut
- 6–10: Mulai menyadari, perlu strategi lebih konkret
- 11–15: Cukup sadar, mampu membuat perubahan nyata
- 16–18: Sangat sadar, memiliki rencana hidup hemat digital yang inspiratif

Aktivitas 6.7 merupakan asesmen formatif utama untuk melihat pemahaman peserta didik terhadap materi mengatasi krisis energi. Guru dapat menambahkan formatif dalam bentuk tes pengetahuan berdasarkan informasi-informasi yang diberikan seputar energi alternatif. Guru dapat mengajak peserta didik membuat kriteria penilaian terhadap pemahaman mereka dalam Subbab C.

Tabel 6.10 Tabel Penilaian Aktivitas 6.7 dengan Rubrik Analitis

	Konsistensi Tindakan	Relevansi Aksi	Kreativitas Media Komunikasi	Kekuatan Pesan (Caption/ Ajakan)
4 (Mahir)	Melakukan rutin selama 4–5 hari dan dokumentasi lengkap serta runtut	Aksi sangat sesuai, solutif, dan kontekstual dengan kehidupan sekitar.	Media sangat menarik, orisinal, dan mengundang interaksi/ audiens.	Caption kuat, menyentuh, dan menggugah kesadaran/aksi pembaca.
3 (Tuntas)	Melakukan minimal 3 hari dengan dokumentasi cukup	Aksi sesuai dan menunjukkan pemahaman isu.	Media cukup menarik dan sesuai tujuan komunikasi.	Caption sesuai dan mengandung ajakan positif.
2 (Cukup)	Melakukan 1–2 hari dengan bukti minim	Aksi kurang tepat atau tidak aplikatif.	Media dibuat seadanya dan kurang menarik.	Caption ada tapi kurang mengajak atau tidak relevan.
1 (Belum Tuntas)	Hanya melakukan 1 kali dan tidak terdokumentasi	Aksi tidak terkait langsung dengan penghematan energi atau zero waste.	Tidak ada media atau tidak menarik sama sekali	Caption tidak jelas atau tidak ada.

Rentang Skor Total: 4–16 (jumlah dari keempat aspek)

Interpretasi Skor:

Skor	Kategori	Interpretasi
4–7	Perlu bimbingan	Peserta didik belum memahami inti aksi dan perlu bimbingan untuk memaknai kegiatan ini.

Skor	Kategori	Interpretasi
8–11	Cukup berkembang	Peserta didik menunjukkan pemahaman dasar dan telah mencoba mengomunikasikan idenya.
12–14	Berkembang dengan baik	Peserta didik memahami dan mengaplikasikan aksi serta komunikasinya dengan baik.
15–16	Sangat baik	Peserta didik menunjukkan pemahaman, kreativitas, dan konsistensi yang luar biasa.

Aktivitas 6.8 merupakan asesmen formatif utama untuk melihat pemahaman peserta didik terhadap materi meningkatkan ketersediaan pangan. Guru dapat menambahkan formatif dalam bentuk tes pengetahuan berdasarkan informasi-informasi yang diberikan seputar tantangan dan upaya meningkatkan ketersediaan pangan. Guru dapat mengajak peserta didik membuat kriteria penilaian terhadap pemahaman mereka dalam Subbab D.

Tabel 6.11 Tabel Penilaian Aktivitas 6.8 dengan Ceklis dan Skor Persentase

Komponen Produk dan Proses	Ya (1)	Tidak (0)
Memilih tanaman bermanfaat untuk rumah tangga		
Menanam sendiri dan mendokumentasikan proses		
Menyusun dokumentasi visual secara runtut		
Membuat *caption* ajakan yang sesuai		
Melaporkan dengan media yang menarik dan kreatif		

Skor akhir:

$$\frac{\text{jumlah poin}}{5} \times 100 =$$

Interpretasi Skor:

- ≥ 80%: Sangat baik
- 60–79%: Baik
- 40–59%: Cukup
- < 40%: Perlu perbaikan

G. Sumatif

Sumatif pada bab ini menggunakan projek akhir bab. Guru memberikan projek akhir bab untuk mengasah keterampilan inkuiri dan kontribusi sains peserta didik di lingkungan sekitar. Projek akhir bab ini diharapkan dapat mendukung keterampilan abad ke-21 yang akan bermanfaat bagi kehidupannya di masa mendatang. Projek yang dijalankan adalah menemukan solusi terbaik untuk mengatasi hasil pertanian yang harganya sering anjlok.

Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran adalah jika peserta didik dapat memenuhi 4–5 kriteria dari 8 kriteria laporan dengan lengkap. Skala atau interval nilai yang digunakan, misalnya sebagai berikut.

1. Nilai 95 jika memenuhi 8 kriteria berikut:
   a. Judul memuat dua variabel penelitian dalam kalimat efektif.
   b. Rumusan masalah dibuat dalam bentuk pertanyaan dan memuat dua variabel penelitian.
   c. Hipotesis memuat jawaban sementara dari rumusan masalah.
   d. Dasar teori memuat kajian teoretis dan penelitian orang lain yang relevan dengan topik penelitian.
   e. Metode penelitian memuat alat dan bahan, cara kerja, dan metode pengujian produk yang dihasilkan.
   f. Hasil dan pembahasan memuat penyajian data dalam bentuk tabel/grafik serta dibandingkan dengan hasil penelitian orang lain, dan gagasan perbaikan dari produk yang dihasilkan.
   g. Kesimpulan disusun sesuai tujuan atau rumusan masalah.
   h. Daftar pustaka memuat referensi yang digunakan dalam laporan penelitian.
2. Nilai 90 jika memenuhi 6–7 kriteria di atas dengan lengkap.
3. Nilai 85 jika memenuhi 4–5 kriteria di atas dengan lengkap.
4. Nilai 80 jika memenuhi 2–3 kriteria di atas dengan lengkap.
5. Nilai 75 jika memenuhi 1 kriteria di atas dengan lengkap.

Guru dapat memodifikasi bahkan memilih pendekatan penilaian yang lain yang dirasa lebih sesuai dengan kemampuan peserta didik di kelas.

H. Kunci Jawaban

Ayo Uji Kemampuan Subbab A

1. Membuang sampah pada tempatnya, mencuci tangan dengan sabun, menjaga kebersihan saluran air.
2. Sampah tekstil, terutama dari industri *fast fashion*, sulit terurai dan dapat mencemari tanah serta air karena mengandung bahan kimia berbahaya.
3. Menegur dengan baik, menjelaskan dampak limbah cair terhadap lingkungan dan mengajak membuang limbah ke tempat yang benar.
4. 1 kodi = 20 buah
   a. Total air digunakan: 2.700 x 20 = 54.000 Liter
   b. Konsumsi pakaian secara berlebihan berdampak besar terhadap ketersediaan air bersih.
5. Contoh jawaban: Permasalahan *fast fashion*, dengan membuat bazar tukar pakaian, poster edukasi dampak *fast fashion*, lomba membuat tas dari pakaian atau kain bekas.

Ayo Uji Kemampuan Subbab B

1. Karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O).
2. Efek rumah kaca yang berlebihan menjebak panas berlebih di atmosfer, sehingga suhu bumi meningkat, inilah yang disebut pemanasan global.
3. Stoples tertutup menjadi lebih panas karena panas terperangkap, menyerupai efek rumah kaca di atmosfer bumi.
4. Aktivitas kebutuhan belajar: mencari referensi untuk mengerjakan tugas, diskusi secara *online* dengan kelompok tugas membuat poster, melanjutkan mencari referensi untuk mengerjakan tugas, les Bahasa Inggris secara *online*, menyelesaikan tugas membuat poster secara *online*.

Aktivitas kebutuhan hiburan: menonton film seri favorit, istirahat saat mengerjakan tugas dengan membuka media sosial, menonton siaran langsung pertandingan bola melalui kanal di Youtube, istirahat setelah les dengan membuka media sosial, mencari informasi tentang pemain bola favorit, membuka media sosial sebelum tidur.

a. Total waktu menggunakan internet: 6 + 2 = 8 jam, total waktu aktivitas belajar: 2/8 x 100% = 25%
b. Rekomendasi: kurangi waktu hiburan dan alihkan ke aktivitas produktif untuk menekan jejak karbon digital.

Ayo Uji Kemampuan Subbab C

1. Matahari, angin, air, panas bumi, biogas, bioetanol, sampah organik, dan lain-lain
2. Hal ini karena pembentukannya membutuhkan waktu jutaan tahun dan tidak bisa dihasilkan kembali dalam waktu singkat.
3. Hal yang akan terjadi 10 tahun ke depan di antaranya defisit energi lebih besar; ketergantungan impor meningkat; krisis energi makin parah jika tidak segera beralih ke energi alternatif.
4. Dari potongan informasi tersebut:
   a. Sampah organik bisa diolah menjadi biogas melalui proses fermentasi/digesti anaerob, sampah plastik dan karet bisa diubah menjadi bahan bakar ciri/gas melalui proses pirolisis/insinerasi, sampah kertas menghasilkan panas atau listrik dalam sistem pembakaran modern yang ramah lingkungan.
   b. Melakukan pemilahan sampah organik dan anorganik dari rumah, mengedukasi teman dan keluarga tentang manfaat sampah sebagai energi, mengusulkan program kompos dan biogas skala rumah tangga/sekolah, mengurangi penggunaan barang sekali pakai agar sampah tidak terlalu menumpuk.
   c. Jawaban menyesuaikan dengan kondisi daerah masing-masing.
5. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/angin (PLTB) mini yang menyuplai energi untuk lampu, alat komunikasi, dan pompa air.

Ayo Uji Kemampuan Subbab D

1. Makanan yang terbuang, baik yang belum dimasak atau sisa makanan, padahal masih layak konsumsi.
2. Hal ini karena membuang makanan berarti membuang sumber daya yang dipakai untuk memproduksinya (air, energi, tanah), padahal masih banyak orang kelaparan.
3. Hal yang dapat dilakukan misalnya, membawa bekal sendiri, tidak menyisakan makanan yang sudah disiapkan, membuat kompos dari sisa proses mengolah bahan pangan, menakar kebutuhan makan sehingga hanya mengambil makanan yang bisa dihabiskan.
4. Dari informasi hasil pengamatan:
   a. Makanan terbuang dalam 1 bulan: 3 kg x 30 hari = 90 kg
   b. Dampaknya adalah pemborosan air, emisi metana dari pembusukan, pencemaran tanah dan air.

5. Misalnya, “Ambil secukupnya, habiskan sampai tuntas”, “Sayang makanannya, sayang juga buminya”, “Isi perut, jangan isi tempat sampah!”, atau ajakan dalam Bahasa Inggris seperti “*Take what you need, eat what you take*”, “*smart eating = smart living*”, “*Say no to food waste*”, “*Every bite matters. Finish your plate, help the Earth*”.

Uji Kompetensi

1. Penyebaran penyakit berbasis lingkungan menjadi lebih mudah tersebar jika perilaku hidup sehat masyarakat masih rendah misalnya kurang/tidak menjaga kebersihan lingkungan, diri sendiri, dan juga kurang/tidak menjaga asupan gizi yang seimbang.
2. Penghijauan hutan yang rusak (reforestasi) merupakan salah satu cara mengatasi pemanasan global karena tumbuhan dapat menyerap karbon dioksida. Dengan berkurangnya karbon dioksida, diharapkan dapat menurunkan suhu bumi karena karbon dioksida merupakan gas penyebab terjadinya efek rumah kaca.
3. Reaktor B akan menghasilkan metana lebih banyak karena bakteri *Methanobacterium sp.* bersifat anaerob (hidup di tempat tanpa oksigen).
4. a. Musim, kekeringan, penyakit, banjir, dan perubahan iklim
   b. 1970
   c. Kekeringan dapat menurunkan produktivitas panen jagung pada tahun 1970-an dan 1980-an.
   d. Perubahan iklim menyebabkan produksi jagung menurun secara drastis dalam kurun waktu yang cukup lama yaitu pertengahan 1990-an sampai pertengahan 2000-an.
   e. Produksi jagung akan terus menurun.
5. a. PLTB Sidrap berkapasitas 75 MW; terdiri atas 30 turbin angin di Kabupaten Sidrap; menyediakan listrik untuk lebih dari 70.000 pelanggan 900 VA. (Atau fakta lainnya yang tercantum pada paragraf)
   b. PLTB dengan 75 MW bisa menyuplai listrik lebih dari 70.000 rumah pelanggan dengan daya 900 VA. Jika kapasitas rata-rata rumah tangga pedesaan adalah 900 VA, maka PLTB ini bisa menjadi sumber listrik mandiri untuk daerah setingkat kabupaten dengan mobilitas dasar. Namun, jika jumlah penduduk atau daya rumah tangga lebih besar, kapasitas ini bisa saja kurang. Jadi PLTB Sidrap cukup memadai untuk skala menengah–kecil, tapi tidak cukup untuk mengalirkan listrik ke seluruh kota besar. (Salah satu contoh hasil analisis)

c. Indonesia adalah negara kepulauan dengan garis pantai panjang dan banyak daerah terpencil, sehingga potensi angin sangat besar. Namun, energi surya, air, atau biomassa juga penting karena variasi geografis wilayah. Pemerintah menargetkan peningkatan kapasitas energi terbarukan hingga 35% pada 2034 dalam RUPTL, dengan 5 GW dari angin saja. Karena itu, pengembangan energi angin perlu terjadi bersamaan dengan sumber lain agar pasokan energi nasional lebih stabil dan merata.

I. Tindak Lanjut

Bagi peserta didik yang belum memahami makna pembelajaran dan terlihat belum menuntaskan KKTP, guru dapat menggunakan alternatif kegiatan yang disarankan, atau melakukan aktivitas formatif tambahan yang belum dilakukan. Peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami materi dapat didampingi langsung oleh guru, atau dilakukan *peer teaching* (tutor sebaya) bersama peserta didik lainnya.

Bagi peserta didik yang telah mencapai tujuan pembelajaran, dapat diberikan tantangan pilihan yang tingkat kesulitannya lebih tinggi. Hal ini dapat dilakukan, misalnya, dengan melakukan kampanye langsung kepada keluarga, tetangga, atau masyarakat di sekitar sekolah. Bagi peserta didik yang memiliki ketertarikan dalam penulisan karya tulis ilmiah, dapat mencoba melakukan riset sederhana dan menyusun laporannya dalam bentuk artikel ilmiah, guru dapat berkolaborasi dengan guru mata pelajaran Bahasa Indonesia untuk membantu peserta didik. Selain memberi tantangan lain, guru juga dapat mengarahkan peserta didik yang sudah tuntas dalam mencapai tujuan pembelajaran untuk mempelajari pengayaan yang terdapat dalam Buku Siswa.

Pindai di Sini

https://buku.kemdikbud.go.id/s/d01sog

J. Refleksi

1. Refleksi Peserta Didik

Refleksi untuk peserta didik dapat dilihat dalam Buku Siswa, seperti Gambar 6.4 berikut.

Kamu telah sampai di akhir bab. Bagaimana perjalananmu memahami isu-isu lingkungan masa kini?

Setelah kamu mempelajari berbagai isu lingkungan di sekitar kita–dari polusi udara hingga krisis pangan–mari luangkan waktu untuk refleksi sejenak.

1. Apa satu perubahan kecil yang akan kamu mulai hari ini untuk membuat lingkunganmu lebih baik?
2. Apa pesan penting yang ingin kamu sampaikan kepada anak-anak seusiamu setelah kamu mempelajari bab ini?

Pastikan kamu berdiskusi dengan teman-teman dan guru untuk melengkapi pemahaman.

Gambar 6.4 Tangkapan Layar Bagian Refleksi

Guru mengajak peserta didik menjawab pertanyaan dalam kolom refleksi ini dan yang terpenting guru perlu membangun interaksi positif bersama peserta didik. Interaksi positif sangat dibutuhkan agar peserta didik merasa aman dan terbuka jika menemui kesulitan selama proses belajar.

2. Refleksi Guru

Berikut adalah panduan pertanyaan refleksi bagi guru untuk melakukan refleksi akhir bab dari pembelajaran yang dilakukan. Guru sebaiknya melakukan refleksi berkelanjutan selama pembelajaran berlangsung.

a. Bagaimana pelaksanaan pembelajaran bab ini?
b. Keberhasilan apa yang menurut Bapak/Ibu telah dicapai peserta didik dan guru pada pembelajaran ini?
c. Adakah catatan khusus pada kondisi peserta didik selama pembelajaran? Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kebutuhan khusus untuk diferensiasi kegiatan belajar? Apakah ada peserta didik yang menunjukkan kemampuan memahami di luar ekspektasi?
d. Bagaimana perkembangan keterampilan inkuiri peserta didik dari penilaian-penilaian yang dilakukannya?
e. Perbaikan dan modifikasi apa yang dapat dilakukan di masa yang akan datang?

f. Prinsip Pembelajaran Mendalam manakah yang masih perlu Bapak/Ibu kuatkan dalam bab ini?
g. Apa tantangan yang dihadapi dalam merancang pembelajaran dalam bab ini agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan?

K. Sumber Belajar

Sumber belajar utama menggunakan Buku Siswa IPA Kelas IX. Adapun sumber belajar lain yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

Buku:

1. Zehnder, Caralyn, Kalina Manoylov, Samuel Mutiti, Christine Mutiti, Allison VandeVoort, and Donna Bennett. *Introduction to Environmental Science, 2nd ed.* (GALILEO Open Learning Materials, 2018), https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/introduction-to-environmental-science-2nd-edition .
2. The National Environment Health Partnership Council. *Environmental Health Playbook: Investing in a Robust Environmental Health System for All* (Washington DC: American Public Health Association, 2021), https://www.apha.org/getcontentasset/5b254d1b-9e0e-43a5-9874-036056c48215/7ca0dc9d-611d-46e2-9fd3-26a4c03ddcbb/eh_playbook.pdf?language=en.

Artikel ilmiah:

1. Suryana, A. "Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya". *Forum Penelitian Agro Ekonomi* Vol. 32 No. 2, (Desember 2014): 123-135. https://media.neliti.com/media/publications/56153-ID-menuju-ketahanan-pangan-indonesia-berkel.pdf.

Referensi lainnya:

1. NASA Climate Kids. *What Is the Greenhouse Effect?* 2023, https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect/ .
2. IPCC. *Summary for Policymakers – Sixth Assessment Report*. 2021, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ .
3. NOAA Climate. *The Greenhouse Effect*. 2022, https://www.climate.gov .
4. Suryati, Dewi. "Strategi-Strategi Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional". *RRI*, 2025, https://www.rri.co.id/lain-lain/1447189/strategi-strategi-mewujudkan-ketahanan-pangan-nasional?utm_ .

5. Supriyanto, Benny Eko. “Keamanan Pangan dan Ketahanan Pangan Langkah Strategis untuk Masa Depan”. *Kemenkeu RI*, 2024, https://djpb.kemenkeu.go.id/kppn/watampone/id/data-publikasi/berita-terbaru/3779-keamanan-pangan-dan-ketahanan-pangan-langkah-strategis-untuk-masa-depan.html?utm_ .
6. United Nations Environment Programme. *Sustainability and Textiles*. 2023, https://www.unep.org .
7. Video dari UN Environment Progam: https://www.youtube.com/watch?v=7QqQ-ZmgnzI
8. Waste4Change. *Apa Itu Fast Fashion dan Dampak Fast Fashion Bagi Lingkungan?*. 2023, https://waste4change.com/blog/apa-itu-fast-fashion-dan-dampak-fast-fashion-bagi-lingkungan/ .
9. Ellen MacArthur Foundation. *A new textiles economy: Redesigning fashion’s future. 2017*, https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy .
10. International Energy Agency. https://www.iea.org/energy-system/buildings#tracking .
11. FAO *Greenhouse gas emissions from agrifood systems. Global, regional and country trends*. 2022, https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2000-2022/en .
12. European Environmental Agency. *Walking, cycling and public transport in cities remain greener mobility options than electric scooters or car ride-hailing*. 2020, https://www.eea.europa.eu/highlights/walking-cycling-and-public-transport .
13. Badan Pangan Nasional. *NFA Elaborasi Strategi Ketahanan Pangan Wujudkan Indonesia Emas 2045*. 2024, https://badanpangan.go.id/blog/post/nfa-elaborasi-strategi-ketahanan-pangan-wujudkan-indonesia-emas-2045?utm_ .
14. FAO. *Food Loss and Waste*. 2023, https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en .
15. Bappenas. *Study Report*: *Food Loss and Waste in Indonesia: Supporting the Implementation of Circular Economy and Low Carbon Development.* 2021, https://lcdi-indonesia.id/wp-content/uploads/2021/07/Report-Kajian-FLW-ENG.pdf .

Glosarium

ACTH (*adrenocorticotropic hormone*/hormon adrenokortikotropik) : hormon yang merangsang kelenjar adrenal untuk menghasilkan hormon kortisol

ADH (*antidiuretic hormone*/hormon antidiuretik) : Hormon yang diproduksi hipotalamus dan dilepas kelenjar pituitari berfungsi mengatur keseimbangan air tubuh dengan cara mengurangi volume urine.

adenin : Adenin merupakan salah satu basa nitrogen penyusun DNA dan RNA. Dalam DNA, adenin berpasangan dengan timin. Sedangkan dalam RNA, adenin berpasangan dengan urasil.

AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*/sindrom kurang imun akibat infeksi) : penyakit akibat infeksi virus HIV yang menyerang sistem kekebalan tubuh

akson : bagian memanjang dari neuron yang menghantarkan impuls listrik dari badan sel menuju sel lain atau efektor

asesmen formatif : penilaian selama proses belajar untuk memberikan umpan balik dan memperbaiki pembelajaran

asesmen sumatif : penilaian akhir pada periode belajar tertentu untuk melihat capaian kompetensi peserta didik

bahan ajar : segala bentuk materi pembelajaran yang digunakan guru untuk mendukung proses belajar

biodegradasi : proses penguraian bahan oleh organisme hidup, terutama oleh mikroorganisme

bioteknologi : pemanfaatan makhluk hidup atau produk biologi untuk menghasilkan barang dan jasa

blastokista : proses membelahnya sel setelah proses fertilisasi, di mana sel membesar dan membentuk bola sel berisi cairan

cagar biosfer	:	kawasan yang ditetapkan UNESCO untuk melindungi keanekaragaman hayati dan mendukung pembangunan berkelanjutan
***carbon footprint* (jejak karbon)**	:	Jumlah total emisi karbon dioksida dan gas rumah kaca lain yang dihasilkan oleh aktivitas manusia
coulomb	:	satuan muatan listrik dalam Sistem Internasional (SI)
***critical thinking* (berpikir kritis)**	:	kemampuan berpikir logis, mendalam, dan rasional untuk mengambil keputusan
daur biogeokimia	:	siklus pergerakan unsur kimia penting (seperti karbon, nitrogen, air) melalui makhluk hidup dan lingkungan
daya dukung lingkungan	:	kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan makhluk hidup di dalamnya
diferensiasi pembelajaran	:	strategi guru menyesuaikan pembelajaran sesuai kebutuhan, kemampuan, dan minat peserta didik
DNA (*deoxyribonucleic acid*/asam deoksiribonukleat)	:	molekul yang menyimpan informasi genetik makhluk hidup
dopamin	:	neurotransmiter di otak yang berperan dalam perasaan senang, motivasi, dan gerakan tubuh
efek rumah kaca	:	peristiwa naiknya suhu bumi akibat terperangkapnya panas matahari oleh gas-gas tertentu di atmosfer
ekologi	:	ilmu yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya
elektromagnet	:	magnet yang terbentuk ketika arus listrik mengalir melalui kawat penghantar
elektroskop	:	alat untuk mendeteksi ada atau tidaknya muatan listrik pada suatu benda
energi alternatif	:	sumber energi selain energi fosil, misalnya energi surya, angin, dan air
energi fosil	:	sumber energi yang berasal dari sisa makhluk hidup purba, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam

energi terbarukan	:	sumber energi yang dapat diperbarui secara alami, seperti sinar matahari, angin, dan biomassa
	:	protein yang mempercepat reaksi kimia di dalam tubuh
evaluasi diri	:	proses menilai kelebihan dan kekurangan diri sendiri setelah belajar atau bekerja
fast fashion	:	produksi pakaian dalam jumlah besar yang cepat mengikuti tren, murah, dan sering cepat dibuang
fertilisasi	:	proses bertemunya sel telur dengan sel sperma
fotosintesis	:	proses tumbuhan hijau membuat makanan sendiri dengan bantuan cahaya matahari
gaya	:	tarikan atau dorongan yang dapat mengubah gerak atau bentuk benda
generator	:	alat yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik
genetika	:	ilmu yang mempelajari pewarisan sifat makhluk hidup
***global warming* (pemanasan global)**	:	kenaikan suhu rata-rata bumi akibat meningkatnya gas rumah kaca
HCG	:	hormon yang terdapat pada darah dan urine wanita hamil sebagai penanda kehamilan, dapat dideteksi dengan alat tes kehamilan
hipotesis	:	jawaban sementara terhadap suatu permasalahan yang perlu dibuktikan melalui penelitian
HIV (*human immunodeficiency virus*/virus perusak kekebalan manusia)	:	virus penyebab AIDS yang merusak sistem kekebalan tubuh
homeostasis	:	kemampuan tubuh menjaga kestabilan kondisi dalam (seperti suhu, pH, cairan) agar tetap seimbang
hormon	:	zat kimia yang dihasilkan kelenjar tubuh dan memengaruhi kerja organ lain
inkuiri (pembelajaran berbasis inkuiri)	:	model pembelajaran yang menekankan proses bertanya, menyelidiki, dan menemukan jawaban

iodopsin	:	pigmen pada sel kerucut mata yang peka terhadap cahaya terang dan warna
***in vitro fertilization* (IVF) atau bayi tabung**	:	salah satu metode untuk mengatasi infertilitas di mana telur dibuahi dalam wadah di dalam laboratorium dan bukan di dalam tubuh wanita
jaringan tumbuhan	:	kumpulan sel sejenis pada tumbuhan yang bekerja sama melakukan fungsi tertentu
jurnal refleksi	:	tulisan pribadi yang dibuat peserta didik atau guru untuk mengevaluasi proses belajar
keamanan pangan	:	upaya menjamin makanan aman, tidak mengandung zat berbahaya, dan layak dikonsumsi
kelestarian lingkungan	:	kondisi lingkungan yang tetap terjaga untuk mendukung kehidupan secara berkelanjutan
kloroplas	:	organel pada tumbuhan tempat berlangsungnya fotosintesis
kolaborasi	:	kerja sama antara peserta didik, guru, atau pihak lain dalam proses belajar
kompetensi	:	kemampuan yang harus dicapai peserta didik sesuai kurikulum
konduktor	:	bahan yang dapat menghantarkan listrik atau panas dengan baik
korpus albikans	:	degenerasi korpus luteum ketika sel telur tidak dibuahi yang menyebabkan turunnya hormon progesteron
korpus luteum	:	cangkang folikel yang akan menghasilkan hormon progesteron
lipid	:	senyawa organik yang tidak larut dalam air, contohnya lemak dan minyak
literasi digital	:	kemampuan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi secara bijak
literasi numerasi	:	kemampuan memahami, menggunakan, dan menginterpretasikan angka serta data matematika
listrik statis	:	listrik yang muncul akibat adanya muatan listrik yang tidak bergerak
listrik dinamis	:	listrik yang mengalir karena adanya arus muatan

magnet	:	benda yang dapat menarik benda tertentu, terutama yang terbuat dari besi atau baja
medan listrik	:	daerah di sekitar muatan listrik yang masih dipengaruhi gaya listrik
metabolisme	:	keseluruhan reaksi kimia di dalam makhluk hidup yang menjaga kehidupan, termasuk pemecahan dan pembentukan molekul
mitokondria	:	organel sel yang berfungsi menghasilkan energi melalui respirasi sel
model pembelajaran	:	kerangka atau pola dalam merancang kegiatan belajar mengajar
narkotika	:	zat yang dapat menurunkan kesadaran, mengurangi atau menghilangkan rasa nyeri, dan menyebabkan ketergantungan
neuron	:	sel saraf yang berfungsi menghantarkan impuls listrik dalam sistem saraf
observasi	:	kegiatan mengamati dengan teliti untuk mengumpulkan informasi
osmosis	:	perpindahan air melalui membran semipermeabel dari larutan encer ke larutan lebih pekat
pemanasan global	:	peningkatan suhu rata-rata bumi akibat meningkatnya gas rumah kaca
pencemaran lingkungan	:	masuknya zat atau energi berbahaya ke lingkungan yang menurunkan kualitasnya
pendekatan saintifik	:	pendekatan belajar dengan langkah mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan
pengayaan	:	kegiatan tambahan bagi peserta didik yang sudah menguasai materi agar lebih berkembang
pengendalian variabel	:	menetapkan faktor tetap dalam penelitian agar hasil lebih akurat
pengolahan data	:	proses mengubah data mentah menjadi informasi yang bermakna
penilaian autentik	:	penilaian yang mengukur kemampuan peserta didik dalam situasi nyata

penilaian projek	:	Penilaian berdasarkan tugas projek yang dikerjakan peserta didik
penilaian unjuk kerja	:	penilaian berdasarkan keterampilan peserta didik dalam melakukan suatu kegiatan
polusi udara	:	pencemaran udara oleh zat berbahaya, misalnya asap kendaraan atau pabrik
potensial listrik	:	energi listrik per satuan muatan pada suatu titik dalam medan listrik
profil lulusan	:	kompetensi utuh yang harus dimiliki oleh setiap peserta didik setelah menyelesaikan proses pembelajaran dan pendidikan
protein	:	molekul penyusun utama sel dan jaringan tubuh, tersusun atas asam amino
refleksi pembelajaran	:	proses meninjau kembali jalannya pembelajaran untuk memperbaiki kualitas belajar
resistor	:	komponen listrik yang berfungsi menghambat arus listrik dalam rangkaian
RNA (*ribonucleic acid*/ asam ribonukleat)	:	molekul yang berperan dalam penyampaian informasi genetik dari DNA untuk pembentukan protein
rodopsin	:	pigmen pada sel batang mata yang peka terhadap cahaya redup
rubrik penilaian	:	panduan yang menjelaskan kriteria dan indikator pencapaian dalam penilaian
semikonduktor	:	bahan yang daya hantarnya berada di antara isolator dan konduktor
sel	:	unit terkecil penyusun makhluk hidup yang mampu melakukan fungsi kehidupan
sel Schwann	:	sel yang menyelubungi akson neuron dan membantu percepatan impuls saraf
sinapsis	:	sambungan antara dua neuron tempat penghantaran impuls saraf
slow fashion	:	gerakan mode yang menekankan produksi pakaian secara etis, ramah lingkungan, dan tahan lama
spermarche	:	proses perkembangan sperma

spermatozoa	:	sel kelamin jantan
sustainable fashion	:	mode berkelanjutan yang memerhatikan aspek lingkungan dan sosial
teknologi ramah lingkungan	:	teknologi yang meminimalkan dampak buruk pada lingkungan
transformator	:	alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik arus bolak-balik
tubektomi	:	metode kontrasepsi pada wanita yang bersifat permanen dengan cara mengikat atau memotong tuba falopi
upcycling	:	proses mengolah barang bekas menjadi produk baru yang memiliki nilai lebih tinggi
usaha	:	hasil kali gaya dengan perpindahan benda searah gaya
variabel penelitian	:	faktor yang diteliti dalam suatu penelitian, dapat berupa variabel bebas, terikat, atau kontrol
vasektomi	:	metode kontrasepsi pada pria yang bersifat permanen dengan cara mengikat atau memotong saluran sperma
waste management **(pengelolaan limbah)**	:	upaya mengelola sampah agar tidak merusak lingkungan
zat aditif	:	bahan tambahan pada makanan untuk memperbaiki rasa, warna, atau daya simpan
zat gizi	:	unsur yang terkandung dalam makanan dan diperlukan tubuh, seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral

Daftar Pustaka

Abdullah, M., *Fisika Dasar 1 untuk Perguruan Tinggi (Edisi Revisi)* (Bandung: Penerbit ITB, 2007).

Allott, A., and David Mindorff, *Oxford Resources for IB DP Biology: Course book* (1st ed.) (Oxford: Oxford University Press, 2023).

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. *Panduan Kokurikuler 2025* (Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2025).

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. *Panduan Pembelajaran dan Asesmen 2025* (Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2025).

Biggs, A., Hagins, W.C., Holliday, W.G., Kapicka, C.L., Lundgren, L., MacKenzie, A.H., Rogers, W.D., Sewer, M.B., & Zike, D, *Glencoe Science: Biology.* (USA: McGraw-Hill Companies, Inc., 2008).

Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B, *Biology 8th edition* (USA: Pearson Education, Inc., 2008).

Campbell, Neil A., Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, and Jane B. Reece, *Biology: A Global Approach*, Eleventh edition, Global edition (Pearson, 2018).

Cutnell, J. D., & Johnson, K. W., *Essentials of Physics (7th ed.)* (John Wiley & Sons, 2005).

Ellen MacArthur Foundation. *A new textiles economy: Redesigning fashion's future. 2017*, https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy .

Eufic. "The Importance of Antioxidants in Food". *Eufic*, 2004. https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/food-should-also-look-good-why-antioxidants-are-so-important .

European Environmental Agency. *Walking, cycling and public transport in cities remain greener mobility options than electric scooters or car ride-hailing*. 2020, https://www.eea.europa.eu/highlights/walking-cycling-and-public-transport .

Firdiyani, Fiya, Tri Winarni Agustini, dan Widodo Farid Ma'ruf. "Ekstraksi Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami Spirulina Platensis Segar dengan Pelarut yang Berbeda". *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* Vol. 18 No 1 (2015). DOI: 10.17844/jphpi.2015.18.1.28.

Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. *Deep Learning: Engage the World Change the World*. (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2018).

Fullan, M. *Deep Learning: Engage the World Change the World (2nd ed.)*. (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2021)

Gaffar, Abdul. "Bahan Tambahan Makanan ini, Berisiko Ganggu Kesehatan Usus". *RRI*, 26 Januari 2025. https://www.rri.co.id/kesehatan/1281080/bahan-tambahan-makanan-ini-berisiko-ganggu-kesehatan-usus#:~:text=Peneliti%20menemukan%20bahan%20pengental%20sintetis,dapat%20mengganggu%20sawar%20darah%2Dotak.

Gøtterup J, Olsen K, Knöchel S, Tjener K, Stahnke LH, Møller JKS. "Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system". *International Journal of Food Microbiology*, 120 (2007): 303- 310. https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2007.08.034.

Giancoli, D. C., Physics: *Principles with Applications (6th ed.)* (Pearson Prentice Hall, 2005).

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J., *Fundamentals of Physics (10th ed.)* (Hoboken, NJ: Wiley, 2014).

International Energy Agency. *Energy system: Buildings.* n.d., https://www.iea.org/energy-system/buildings#tracking .

IPCC. *Summary for Policymakers – Sixth Assessment Report*. 2021, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ .

Karjadidjaja, Idawati. "Monosodium Glutamat dan Kesehatan". *Ebers Papyrus*, 15(1) (2009).

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 44 Tahun 2019 tentang Perubahan Penggolongan Narkotika* (Jakarta: Kemenkes RI, 2019).

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Modul Zat Adiktif dan Psikotropika untuk Remaja* (Jakarta: Direktorat Promosi Kesehatan, 2020a).

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Pedoman Pencegahan Penyalahgunaan Psikotropika di Kalangan Remaja* (Jakarta: Kemenkes RI, 2020).

Kovač, V. B., Nome, D. Ø., Jensen, A. R., & Skreland, L. L. The why, what and how of deep learning: Critical analysis and additional concerns. *Education Inquiry*, 14(2) (2023): 1–21. https://doi.org/10.1080/20004508.2023.2194502

Lourenço, Sophia C., Margarida Moldão-Martins, and Vítor D. Alves. "Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications". *Molecules*, 24 (2019): 4132.

Morgan, Celia JA, Noronha, L. A., Muetzelfeldt, Fielding, A., dan Curran, H. V. (2013). "Harms and Benefits Associated with Psychoactive Drugs: Findings on an International Survey of Active Drug Users". *Journal of Psychopharmacol* Vol. 27 No. 6 (2013): 497-506.

NASA Climate Kids. *What Is the Greenhouse Effect?* 2023, https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect/ .

NOAA Climate. *The Greenhouse Effect*. 2022, https://www.climate.gov .

Pearson, *Interactive Science, Human Body System* (New Jersey: Pearson, 2011).

Pusat Kurikulum dan Pembelajaran. *Panduan Mata Pelajaran IPA SMP/MTs Tahun 2025 (Revisi 3)*. (Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2025).

Rickard, G., Burger, N., Clarke, W., Geelan, D., Loveday, D., Moncton, S., . . . Whalley, K, *Science Focus 3*. (Sydney: Pearson Heinemann, 2020).

Suryana, A. "Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya". *Forum Penelitian Agro Ekonomi* Vol. 32 No. 2, (Desember 2014): 123-135. https://media.neliti.com/media/publications/56153-ID-menuju-ketahanan-pangan-indonesia-berkel.pdf .

Suyanto, dkk. *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam: Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua* (Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025).

Tipler, P. A., & Mosca, G., *Physics for Scientists and Engineers (6th ed.)* (W. H. Freeman, 2008).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1997 tentang Psikotropika (Jakarta: Sekretariat Negara).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2009 tentang Narkotika (Jakarta: Sekretariat Negara).

Walpole, Brenda, *Biology for the IB Diploma* (2nd ed.) (Cambrigde: Cambridge University Press, 2011).

Waste4Change. *Apa Itu Fast Fashion dan Dampak Fast Fashion Bagi Lingkungan?*. 2023, https://waste4change.com/blog/apa-itu-fast-fashion-dan-dampak-fast-fashion-bagi-lingkungan/ .

Widodo, S. A., *Energi Baru dan Terbarukan* (Jakarta: Bumi Aksara, 2018).

Yamin, M. Jufri, A. W., Jamaluddin, K & Riyanto, A. A. "Teknik Identifikasi Zat Aditif pada Makanan untuk Menghindari Dampak Negatifnya terhadap Kesehatan". *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA,* Vol. 5 No. 2 (2022).

Young, H. D., & Freedman, R. A., *University Physics with Modern Physics (13th ed.)* (Boston, MA: Addison-Wesley, 2011).

Indeks

A

ACTH 241
ADH 72, 74, 241
AIDS 241, 243
akson 71, 241, 246
asesmen formatif 19, 24, 26, 34, 39, 56, 148, 158, 181, 182, 191, 209
asesmen formatif 92, 125, 228
asesmen sumatif 19, 24, 25, 26, 127, 200, 207, 216, 241
asesmen sumatif 69

B

bahan ajar 241
biodegradasi 241
bioteknologi 5, 8, 11, 12, 142, 143, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 167, 169, 170, 171
blastokista 134, 241

C

cagar biosfer 242
carbon footprint 242
coulomb 205, 242
critical thinking (berpikir kritis) 242

D

daur biogeokimia 242
daya dukung lingkungan 242
diferensiasi pembelajaran 24, 123, 182, 225, 242
DNA 142, 144, 147, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 167, 168, 170, 241, 242, 246
dopamin 242

E

efek rumah kaca 213, 234, 236, 242
ekologi 204, 242
elektromagnet 174, 176, 189, 199, 200, 202, 203, 205, 208, 242
elektroskop 183, 242
energi alternatif 12, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 187, 190, 191, 198, 199, 207, 208, 209
energi fosil 174, 177, 178, 181, 187
energi terbarukan 179, 187, 189, 197, 198, 207, 209, 214, 237, 243

F

fertilisasi 117, 124, 132, 133, 241, 243
fotosintesis 215, 243, 244

G

gaya 5, 8, 10, 35, 40, 51, 53, 54, 65, 66, 76, 91, 150, 156, 157, 164, 174, 175, 176, 177, 183, 184, 189, 190, 199, 203, 205, 215, 222, 243, 245, 247
generator 174, 176, 185, 199, 206, 243
genetika 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 164, 166, 167, 170, 171, 243
global warming 243

H

HCG 243
hipotesis 23, 112, 187, 212, 243
HIV 241, 243
homeostasis 12, 31, 32, 34, 51, 67, 68, 74
hormon 13, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 54, 55, 65, 66, 67, 69, 72, 73, 74, 115, 124, 132, 133, 135, 241, 243, 244

I

inkuiri 13, 32, 35, 76, 81, 112, 115, 127, 139, 145, 172, 178, 209, 212, 216, 233, 238, 243
IVF 137

J

jaringan tumbuhan 244
jurnal refleksi 191, 209

K

keamanan pangan 240, 244
kelestarian lingkungan 244
kloroplas 244
kolaborasi 3, 26, 30, 36, 70, 113, 143, 174, 175, 189, 194, 196, 209, 244
kompetensi 3, 6, 7, 25, 26, 27, 29, 73, 36, 102, 136, 157, 197, 199, 200, 201, 205, 236
konduktor 177, 201, 206, 244, 246
korpus albikans 244
korpus luteum 133, 244

L

listrik statis 174, 175, 176, 183, 199, 201, 210, 244
literasi digital 146, 244
literasi numerasi 244

M

magnet 174, 176, 178, 179, 181, 182, 186, 187, 190, 193, 194, 202, 203, 205, 208, 209, 242, 245
medan listrik 174, 176, 201, 205, 210
metabolisme 55, 71, 72
mitokondria 245
model pembelajaran 13, 35, 81, 115, 178, 216, 243, 245

N

narkotika 78, 80, 101, 102, 109, 245
neuron 33, 35, 43, 45, 59, 71, 72, 73, 241, 245, 246

O

observasi 14, 19, 24, 25, 26, 35, 36, 48, 123, 143, 145, 161, 179, 191, 222, 226, 229, 245
osmosis 245

P

pencemaran lingkungan 8, 10, 245
pendekatan saintifik 245
pengayaan 14, 26, 28, 29, 30, 38, 74, 75, 105, 145, 148, 170, 179, 189, 207, 208, 237, 245
pengendalian variabel 245
pengolahan data 245
penilaian autentik 245
penilaian projek 199, 246
penilaian unjuk kerja 246
polusi udara 246
potensial listrik 175, 176, 246
profil lulusan 2, 3, 4, 33, 35, 79, 113, 143, 145, 175, 213, 246
protein 70, 156, 163, 164, 168, 243, 246, 247

R

refleksi pembelajaran 246
resistor 246
RNA 156, 163, 164
rodopsin 246
rubrik penilaian 19, 60, 94, 126, 191, 228

S

sel 35, 70, 71, 72, 73, 115, 124, 132, 133, 134, 144, 150, 158, 163, 164, 241, 243, 244, 245, 246, 247
sel Schwann 71, 246
semikonduktor 201, 246
sinapsis 71, 246
slow fashion 246
spermatozoa 247
sustainable fashion 222, 247

T

teknologi ramah lingkungan 247
transformator 247
tubektomi 135, 247

U

upcycling 247
usaha 5, 9, 11, 79, 82, 125, 247

V

variabel penelitian 233, 247
vasektomi 135, 247

W

waste management 247

Z

zat aditif 5, 9, 11, 12, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 102, 105, 106, 109
zat gizi 247

Profil Penulis

1. Nama Lengkap : Budiyanti Dwi Hardanie, S.Si.
   Email : budiyanti.dh@sekolahmutiarabunda.com
   Instansi : Sekolah Mutiara Bunda Bandung
   Alamat Instansi : Jalan Padang Golf No. 11 Arcamanik
   Kota Bandung, Jawa Barat.

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum dan Inovasi Pembelajaran SMP Mutiara Bunda Bandung (2025-sekarang)
2. Manajer Quality Improvement Unit Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2024-2025)
3. Manajer People Development Divisi Human Capital Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2022-2024)
4. Koordinator Curriculum & Learning Development Division Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2019-2022)
5. Pengembangan Kurikulum & SDM Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2016-1019)
6. Bagian Penelitian & Pengembangan Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2015-2016)

Riwayat Pendidikan:

1. Program Magister (S2), Program Studi Pengembangan Kurikulum, Universitas Pendidikan Indonesia, 2022
2. Program Sarjana (S1), Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, 2003

Bidang Keahlian:

1. Ilmu Kimia
2. Kurikulum dan Desain Instruksional
3. Asesmen dan Evaluasi Pendidikan

Rekam Jejak Karya Tulis:

Tidak Ada

Rekam Jejak Penelitian:

1. Evaluasi Kurikulum Pelatihan Guru Merdeka Belajar; Studi Deskriptif Evaluatif di Program Pelatihan Kolaborasi Literasi Bermakna Kota Batu, Malang, Jawa Timur, 2022
2. Pedagogical Competencies Development Program for Novice Teacher (As An Evaluation on HR Development Program in Private School), 2018

Profil Penulis

2. Nama Lengkap : Cece Sutia, M.Pd.
   Email : cecesutia20@dinas.belajar.id
   Instansi : Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat
   Alamat Instansi : Jl. Dr. Rajiman No.6, Pasir Kaliki, Kec. Cicendo Kota Bandung, Jawa Barat 40171

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Pengawas Sekolah di Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat (2021–sekarang)

Riwayat Pendidikan:

1. S2 Pendidikan Biologi UPI tahun 2016-2018
2. S1 Pendidikan Biologi UPI tahun 2002-2006

Bidang Keahlian:

1. Biologi/IPA

Rekam Jejak Karya Tulis:

1. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas VII (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.
2. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas VIII (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.
3. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Artikel "Tanggapan Siswa, Orang Tua dan Guru Terhadap Pembelajaran Jarak Jauh Selama Pandemi COVID-19" (2020)
2. Artikel "Membangun Karakter Siswa Melalui Pembelajaran HOTS dalam Proyek Penelitian Biologi Berbantuan *Google Classroom*" (2020) http:// simpuljuara.disdik.jabarprov.go.id/index.php/simpul/article/view/42
3. Artikel "Students' Response to Project learning With Online Guidance Through Google Classroom on Biology Projects" https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1157/2/022084/meta (2019)
4. Artikel "Engineering Design Model: Environmental Problem-Solving Ability, Motivation and Student Perceptions" https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1157/2/022085/meta (2019)
5. Artikel "Students' Motivation and Academic Achievement in A "Flipped" Genetics Lesson Using Youtube Video" http://www.ocerint.org/intcess18_epublication/papers/525.pdf (2018)

Informasi Lain dari Penulis:

Penulis merupakan pengawas sekolah di Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat dan aktif sebagai narasumber dalam berbagai kegiatan IHT/ Workshop dengan kajian Pembelajaran dan Asesmen, Kurikulum, dan Kesiswaan.

Profil Penulis

3. Nama Lengkap : Victoriani Inabuy, S.Si., M. Ed.
   Email : vica.inabuy@gmail.com
   Instansi : Sekolah Abdi Kasih Bangsa Kupang
   Alamat Instansi : Jalan Jupiter II No. 1 Kelapa Lima Kupang - NTT.

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Pimpinan Sekolah Abdi Kasih Bangsa (2017-sekarang)
2. Guru di Global Jaya School Tangerang (2007-2017, studi 2011-2013)
3. Guru di Sekolah Bina Tunas Bangsa Tangerang (2005-2007)

Riwayat Pendidikan:

1. S2 Master of Education University of New South Wales tahun 2012-2013
2. S1 Kimia MIPA Universitas Padjadjaran Bandung tahun 1998-2003

Bidang Keahlian:

1. Kimia/IPA

Rekam Jejak Karya Tulis:

Tidak ada

Rekam Jejak Penelitian:

Tidak ada

Informasi Lain dari Penulis:

International Baccalaureate Examiner untuk *Chemistry Extended Essay* dan *Exam Paper 3* (2015-sekarang).

Profil Penulis

4. Nama Lengkap : Sri Handayani Lestari, S.Si.
   Email : celilestari21@gmail.com
   Instansi : Sekolah Pelita Harapan
   Alamat Instansi : Jl. Boulevard Palem Raya No. 2500, Lippo Village, Tangerang, Banten.

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Sekolah Pelita Harapan (2022-sekarang)
2. Global Jaya School (2012-2022)
2. Sekolah High/ Scope Indonesia (2008-2012)

Riwayat Pendidikan:

S1 Universitas Negeri Jakarta tahun 2001-2006

Bidang Keahlian:

Pendidikan/Mengajar

Rekam Jejak Karya Tulis:

1. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas VII (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.
2. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas VIII (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.
3. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas IX (Buku Siswa & Panduan Guru), Kemendikbudristek.

Rekam Jejak Penelitian:

Tidak ada

Informasi Lain dari Penulis:

Penulis merupakan guru di sekolah Internasional dan memahami struktur MYP (*Middle Years Programme*) dan DP (*Diploma Programme*) dari kurikulum IB.

Profil Penulis

5. Nama Lengkap : Okky Fajar Tri Maryana, M.Si.
   Email : okky.trimaryana@fi.itera.ac.id
   Instansi : Institut Teknologi Sumatera
   Alamat Instansi : Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Dosen Program Studi Fisika Institut Teknologi Sumatera, Lampung (2017 – Sekarang)
2. Staf Pendidik Bidang Studi Fisika Sekolah Mutiara Bunda Bandung (2009 – 2017)

Riwayat Pendidikan:

1. S2 Program Studi Magister Fisika Institut Teknologi Bandung tahun 2013 – 2015
2. S1 Jurusan Fisika Universitas Padjadjaran tahun 2004 – 2008

Bidang Keahlian:

1. Keilmuan Fisika Spesialisasi Fisika Bahan dan Laser Spectrosocpy
2. Kepenulisan Non-Fiksi Sertifikasi BNSP

Rekam Jejak Karya Tulis:

1. “Menjadi Ilmuwan Cilik di Rumah Sendiri” Seri 1, 2, dan 3 Panduan Percobaan Sains untuk anak dan Orang Tua di Rumah, Penerbit Rumah Pena Pustaka (2018, 2021, 2023)
2. “Fisika Kuantum: Sejarah dan Kisah Inspiratif Para Tokohnya”, Penerbit Yrama Widya (Cet. ke-1 2019 & Cet. Ke-2 2022)

Rekam Jejak Penelitian:

1. Maryana, O. F. T., et al. "Influence of solvents on photosensitivity of sprayed Fedoped ZnO films." *AIP Conference Proceedings. Vol. 2623. No. 1. AIP Publishing LLC,* 2023.
2. Maryana, Okky Fajar Tri, et al. "Pengaruh Molaritas dalam Teknik Spray terhadap Performa Fotodetektor Berbasis ZnO." *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* (2021): 33-38.
3. Trimaryana, Okky Fajar, and Ratih Rizki Retinofa. "The Application of Traditional Game Rorodaan as Learning Tool in Physics Subject: Force and Movement to Improve Learning Results." *Journal of Physics: Conference Series. Vol. 739. No. 1. IOP Publishing,* 2016.

Informasi Lain:

1. Kanal video pendidikan dan kuliah fisika : Youtube “Okky Fajar Tri Maryana”
2. Sosial media pendidikan yang dikelola : Instagram @okky_ft

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Dr. Anna Permanasari, Msi.
Email : anna.permanasari@unpak.ac.id
Instansi : Universitas Pakuan
Alamat Instansi : Jalan Ciheuleut No 1. Kota Bogor

Riwayat Pekerjaan/Profesi:
1. Dosen DPK di Universitas Pakuan (2022-sekarang)
2. Dosen di UPI (1983-2022)

Dst.

Riwayat Pendidikan:
1. S3 Kimia Analitik, ITB, 2000
2. S2 Kimia Analitik, ITN, 1992
3. S1 Pendidikan Kimia IKIP Bandung, 1982

Bidang Keahlian:
1. Pendidikan Kimia/IPA

Dst.

Rekam Jejak Penelaahan/Review Buku:
1. Penelaah Buku IPA SMA (2022)
2. Penelaah Buku Kimia Analitik dengan pendekatan problem solving atas nama Indarini Dwi Pursitasari (2015)
2. Penelaah Buku/Modul UT untuk Prodi Pendidikan Kimia FKIP UT (2013-2020)

Rekam Jejak Karya Tulis:
1. Buku Kimia Instrumen, UT (2020)
2. beberapa Book Chapter (2015-2024)
3. Buku: bahan ajar sains bermuatan low carbon education, 2019
4. Buku: Hidup nyaman dengan pola rendah karbon, 2022
5. Seri e-modul: Pendidikan rendah karbon bagi siswa sekolah dasar (2024-2025)
6. Artikel Publikasi ilmiah: lihat di google scholar Anna Permanasari *https://scholar.google.com/citations?user=3Bnj2q4AAAAJ&hl=en*

Informasi Lain:
1. President of East Asia Science Education, EASE (2022-2024)
2. Ketua Perhimpunan Pendidik IPA Indonesia, PPII (2013-2023)
3. Ketua Himpunan Kimia Indonesia, HKI (2009-2013)

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Ir. Wahyu Srigutomo, S.Si., M.Si., Ph.D.
Email : wsrigutomo@gmail.com
Instansi : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung
Alamat Instansi : Jalan Ganesha 10 Bandung 40132

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Guru Besar bidang Elektromagnetik Kebumian, Kelompok Keilmuan Fisika Bumi dan Sistem Kompleks FMIPA ITB (sejak 2020)
2. Dosen/Peneliti di FMIPA ITB (sejak 1997)
3. Konsultan/surveyor eksplorasi sumberdaya alam (sejak 1995)
4. Penulis buku tingkat SD, SMP, SMA serta Universitas (sejak 2012)

Riwayat Pendidikan:

1. Program Studi Program Profesi Insinyur – Direktorat Pendidikan Non Reguler ITB, Teknik Geofisika (Ir.), lulus 2021
1. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, Geophysics (Ph.D.), lulus 2002
2. FMIPA Institut Teknologi Bandung, Fisika (M.Si.), lulus 1997
3. FMIPA Institut Teknologi Bandung, Fisika (S.Si.), lulus 1995

Bidang Keahlian:

1. Fisika
2. Sains dan Teknologi Kebumian (Geofisika)
3. Komputasi dan Pemodelan Numerik
4. Fisika Panasbumi dan Gunungapi

Rekam Jejak Penelaahan/Review Buku:

1. Buku SMP IPA Kelas VIII, Kemendikbudristek, 2024
2. Buku SMA IPA Kelas X, Kemendikbudristek, 2021
3. Buku Panduan Guru SMA IPA Kelas X, Kemendikbudristek, 2021

Rekam Jejak Karya Tulis:

1. Hingga September 2025, telah menulis makalah ilmiah dalam jurnal ilmiah dan prosiding pertemuan ilmiah terindeks Scopus 120 buah (termasuk 14 jurnal Q1; 14 jurnal Q2; 35 jurnal Q3; dan 61 makalah prosiding Q4). Menurut Google Scholar makalah ilmiah dalam jurnal ilmiah dan prosiding pertemuan sebanyak 191 buah.
2. Alamta Singarimbun, Wahyu Srigutomo, Umar Fauzi, Harry Mahardika: Fisika Gunung Api dan Panas Bumi, ISBN: 978-623-297-722-8, ITB Press, Bandung 2025.
3. K. Lasmi, W. Srigutomo, N. Resminingpuri; Inroads to OSN IPA SD/MI (Intensif Persiapan Olimpiade Sains) Vol. 1 & Vol. 2, Erlangga, Jakarta 2024.
4. K. Lasmi, W. Srigutomo; Inroads to OSN Matematika SD/MI (Intensif Persiapan Olimpiade Sains) Vol. 1 & Vol. 2, Erlangga, Jakarta 2024.
5. Sungkono, Erna Apriliani, Saifuddin, Fajriani, Wahyu Srigutomo, Book Chapter: Self-Potential Method: Theoretical Modeling and Applications in Geosciences - Ensemble Kalman Inversion for Determining Model Parameter of Self-potential Data in the Mineral Exploration ISBN: 9783030793326, Springer Geophysics, Switzerland, 2021.
6. **Wahyu Srigutomo** & I G. P. F. Soerya Djaja: *Prinsip Dasar dan Interpretasi Numerik Seismik Refraksi* (e-book) ISBN: 0075510030, Erlangga, Jakarta 2020.
7. **Wahyu Srigutomo**: Catatan Kuliah - *Kapita Selekta Fisika Sistem Kompleks*, ITB Publisher, Bandung 2012

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Ade Suryanda, S.Pd., M.Si.
Email : asuryanda@unj.ac.id
Instansi : Universitas Negeri Jakarta
Alamat Instansi : Rawamangun Muka Jakarta Timur

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Biologi UNJ

Riwayat Pendidikan:

1. Magister Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB, 2022
2. Sarjana Pendidikan Biologi, IKIP Jakarta, 1997

Bidang Keahlian:

1. Pendidikan Biologi
2. Ekologi

Dst.

Rekam Jejak Karya Tulis:

1. CCBC : Climate Change and Blue Carbon. 2025
2. Jejak Ekologi Di Baluran : Savana, Rimba, Laut, Dan Petualangan, 2025
3. PETUALANGAN TAK TERLUPAKAN: Menguak Rahasia Alam Taman Nasional Alas Purwo, 2025
4. Jejak Monyet di Tanah Buyut, 2025

Dst.

Profil Editor

Nama lengkap : Anggraeni Dian Permatasari
Email : anggraenidian.kemdikbud@gmail.com
Instansi : Pusat Riset Pendidikan, BRIN
Bidang Keahlian : penelitian studi pendidikan dan perbukuan

Riwayat pekerjaan:

1. Peneliti (Pusat Riset Pendidikan, BRIN, 2022-sekarang).
2. Peneliti (Pusat Perbukuan, 2021).
3. Pengembang Perbukuan (Pusat Kurikulum dan Perbukuan 2018-2021).

Riwayat pendidikan:

1. Magister Ilmu Kimia, FMIPA Universitas Gadjah Mada (2017).

Pengalaman mengedit buku dan terbitan lainnya:

1. Paman Misterius (Direktorat Pembinaan PAUD, Kemendikbud, 2019).
2. Syifa dan Burung Kenari (Direktorat Pembinaan PAUD, Kemendikbud, 2019).
3. Wira, Prabu, dan Bambu (Direktorat Pembinaan PAUD, Kemendikbud, 2019).
4. Lepu Pun Tersenyum (Direktorat Pembinaan PAUD, Kemendikbud, 2019).
5. Kutilang yang Suka Bernyanyi (Direktorat Pembinaan PAUD, Kemendikbud, 2019).

Pengalaman menulis buku atau terbitan lainnya:

1. Salam Kearifan: Inovasi Pendidikan Berbasis Ketahanan Pangan dan Kearifan Lokal (IPB Press, 2025).
2. Model Buku Teks SMK Berbasis Soft Skills: Produksi dan Siaran Program Televisi SMK/MAK Kelas XI (Pusat Perbukuan dan BRIN, 2023).
3. Model Buku Panduan Guru SMK Berbasis Soft Skills: Produksi dan Siaran Program Televisi SMK/MAK Kelas XI (Pusat Perbukuan dan BRIN, 2023).
4. Pendidikan Antikorupsi untuk Siswa SD/MI Kelas I-VI (Masmedia Buana Pustaka, 2022).
5. Sore Seru Suri (Pusat Perbukuan dan Room to Read, 2019).

Profil Editor Visual

Nama Lengkap : M Rizal Abdi
E-mail : kotakpesandarimu@gmail.com
Instansi : Center for Religious and Cross-cultural Studies (CRCS), Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada
Bidang Keahlian : Editorial desain dan ilustrasi

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Desainer. Hocuspocus Rekavasthu (2006—2012)
2. Desainer editorial dan ilustrator beberapa penerbit indie di Yogyakarta, Jakarta, dan California (2011—sekarang)
3. Peneliti dan Staf Pendidikan Publik, Center for Religious and Cross-cultural Studies, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada (2021—sekarang)

Riwayat Pendidikan:

1. S-1 Ilmu Komunikasi, Fisipol, UGM (2004)
2. S-2 Agama dan Lintas Budaya. Sekolah Pascasarjana UGM (2015)

Judul Buku dan Tahun Terbit (dalam 10 Tahun Terakhir):

1. *A Nation in Motion*, 2023. Penulis (Penerbit CRCS UGM)
2. *Bangga Jadi MD: 40 Tahun Bertumbuh, Berubah, dan Berinovasi.* 2020. (Magister dan Doktor Ilmu-Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Universitas Gadjah Mada)
3. *Kudus: Yerusalem di Tanah Jawa*. 2019. Penulis, bersama Revianto Budi Santosa. (Yayasan Masjid, Menara, dan Makam Sunan Kudus)
4. *Jejak Amnesti Pajak.* Editor. (Direktorat Jenderal Pajak D.I. Yogyakarta, March, 2017)

Buku yang Pernah Didesain dan Tahun Terbit (dalam 10 Tahun Terakhir):

1. *Ensiklopedia Polisi Lalu Lintas*. Aksa Media, MataBangsa, Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (2023).
2. *Geliat Agama dalam Isu-Isu Kontemporer*. Samsul Maarif, dkk. CRCS UGM (2023)
3. *Co-Designing Sustainable, Just, and Smart Urban Living: A Monograph, 2019-2021.* Indonesian Consortium for Religious Studies (2022)
4. *Ensiklopedia Jawa Tengah.* 3 Jilid. Kata Desa, MataBangsa, dan Bank Jateng (2022)
5. *Pasola*. Maria Matildis Banda. Dalang Publishing (2022)
6. *Footprints/Tapak Tilas.* Budi Dharma, dll. Dalang Publishing (2022)
7. *Dangdutan: Kumpulan Tulisan Dangdut dan Praktiknya di Masyarakat.* Michael H.B. Raditya. Penerbit Gading (2022)

Profil Ilustrator

Nama Lengkap : Aghni Ghofarun Auliya
Email : aghnighofarun@gmail.com
Instansi : Penerbit Ziyad Books
Alamat Instansi : Banyuanyar, Banjarsari, Surakarta

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. Full time ilustrator penerbit Ziyad Books, Solo. (2022–sekarang)
2. Freelance ilustrator (2014-sekarang)

Riwayat Pendidikan:

S1 Seni Rupa Murni, ISI Surakarta (2010–2014)

Bidang Keahlian:

Ilustrasi

Karya Ilustrasi:

1. "Tutu si Kutu Rambut", Gerakan Literasi Nasional (GLN) (2021)
2. "Perjamuan Kerajaan", "Kota Gula-gula", "Semua ini Salah Kucing", Badan Bahasa Nasional (2021)
3. Buku Seni Musik Kelas I, II, III, dan Seni Tari Kelas V, Kemendikbudristek (2021)
4. Komik di Line Webtoon Canvas: "No Regrets", "Tumbal Nyawa", Rumah Hantu", "Pak Dobleh", "Mengapa Aku Berbeda", "Teror Kuntilanak Merah"
5. Komik webtoon di Akoma Official: "Comic Story" (ofisial 2024).
6. Buku-buku Penerbit Ziyad Books (2022–sekarang)

Profil Desainer

Nama Lengkap : Marna Sumarna/Abi Faqih
E-mail : mssumarna@gmail.com
Akun IG : m4rn4
Alamat Kantor : -
Bidang Keahlian : Desain Grafis

Riwayat Pekerjaan/Profesi:

1. *Freelance Designer* (2012–Sekarang)
2. *Spv. Graphic Designer,* PT Mediantara Semesta (2012–Sekarang)
3. *Spv. Design Promotion,* PT Jakarta Realty (2011–2012)

Riwayat Pendidikan:

1. S1: Sistem Informasi, STMIK MH. THAMRIN Jakarta (2005–2010)

Buku yang Pernah Didesain dan Tahun Terbit (dalam 10 Tahun Terakhir):

1. Menyusuri Jejak Emas Putih: Kisah Garam dari Empat Penjuru Eropa (Penerbit Erlangga, 2025)
2. Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan Kelas VIII (Kemendikbudristek, 2024)
3. Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan Kelas VII (Kemendikbudristek, 2024)
4. Wonderful Fact About Indonesia - Sejarah (Penerbit Erlangga, 2024)
5. Revolusi Rusia (Penerbit Erlangga, 2023)
6. Revolusi Amerika (Penerbit Erlangga, 2023)
7. 12 Z Brand of INA: Kisah Brand Lokal untuk Gen Z (Penerbit Erlangga, 2023)
8. Apa Itu Perubahan Iklim? (Penerbit Erlangga, 2023)
9. Ensiklopedia Teknologi Digital (Pustaka Artha Media, 2022)
10. Ensiklopedia Batik Nusantara (JP Books, 2021)
11. Ensiklopedia Tata Surya (JP Books, 2021)
12. Ensiklopedia IPA: Tubuhku (JP Books, 2021)
13. Ensiklopedia Dunia Hewan (JP Books, 2021)
14. Ensiklopedia Bola Besar & Bola Kecil (JP Books, 2021)

Panduan Guru

ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMP/MTs KELAS IX

EDISI REVISI

Mengajarkan IPA di kelas IX berarti membimbing peserta didik memahami sains sekaligus membangun kesadaran diri, kepedulian sosial, dan tanggung jawab terhadap lingkungan.

Buku Panduan Guru ini dirancang untuk mendampingi pembelajaran dalam 6 bab utama:

1. Koordinasi dan Homeostasis
2. Zat Aditif dan Zat Adiktif
3. Sistem Reproduksi Manusia
4. Pewarisan Sifat dan Bioteknologi
5. Listrik, Magnet, dan Energi Alternatif
6. Isu-Isu Lingkungan

Isi buku ini telah disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran terbaru dan diperkaya dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam. Panduan ini menyediakan:

- Penjelasan pedagogis untuk setiap bab.
- Alur tujuan pembelajaran (ATP) beserta alternatif diferensiasi sesuai kondisi peserta didik.
- Strategi pembelajaran aktif berbasis projek, inkuiri, dan kolaborasi lintas disiplin.
- Instrumen asesmen yang bervariasi (rubrik, deskripsi, skala nilai, portofolio, hingga projek) selaras dengan 8 Dimensi Profil Lulusan.

Dengan panduan ini, guru tidak hanya mengajarkan konsep IPA, tetapi juga membentuk proses belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menyenangkan. Dengan demikian, peserta didik siap menjadi generasi yang tangguh dan peduli.

ISBN 978-634-00-2433-3 (jil.3 PDF)
9 786340 024333